การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น : กรณีศึกษา แผ่นซับสเตรทของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

INCREASING EFFICIENCY OF INSPECTION PROCESS BY VISION SYSTEM: CASE STUDY OF SUBSTRATE PRODUCT OF ELECTRONICS PARTS FACTORY

ศุภเชษฐ์ ไชยวุฒิ

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น : กรณีศึกษา แผ่นซับสเตรทของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

ศุภเชษฐ์ ไชยวุฒิ

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
คณะบริหารธุรกิจ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น : กรณีศึกษา แผ่นซับสเตรทของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ Increasing Efficiency of Inspection Process by Vision System: Case Study of Substrate Product of Electronics Parts Factory
ชื่อ-นามสกุล	นายศุภเชษฐ์ ไชยวุฒิ
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.
ปีการศึกษา	2557

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ศุภกร พรหิรัญกุล, คอ.ด.)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์อภิรดา สุทธิสานนท์, บธ.ม.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.)

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติการค้นคว้าอิสระฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะบริหารธุรกิจ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นาถรพี ชัยมงคล, ปร.ด.)
วันที่ 14 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น : กรณีศึกษา แผ่นซับสเตรทของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
ชื่อ-นามสกุล	นายศุภเชษฐ์ ไชยวุฒิ
วิชาเอก	การจัดการวิศวกรรมธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดารณี พิมพ์ช่างทอง, D.B.A.
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้แรงงานคนและทำการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของแผนกตรวจสอบคุณภาพของแผ่นซับสเตรทในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นการคัดแยกระหว่างงานดีกับงานเสีย และยังใช้แรงงานคนในการตรวจสอบคุณภาพดังกล่าวอยู่ ทางแผนกจึงได้นำเสนอที่จะนำเทคโนโลยีระบบวิชั่น เข้ามาใช้เพื่อทำการตรวจสอบและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบแผ่นซับสเตรทให้ได้จำนวนงานที่เพิ่มขึ้น และได้งานที่มีคุณภาพ นอกจากนี้ยังนำเอาระบบการประมวลผลภาพมาใช้โดยนำเอารูปภาพมาทำการวิเคราะห์ รวมถึงใช้โปรแกรมในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบวิชั่น

ผลการศึกษาพบว่า หลังจากนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานในแผนกตรวจสอบคุณภาพของแผ่นซับสเตรททำให้การตรวจสอบมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้นโดยพิจารณาจากข้อมูลของจำนวนงานที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นและสามารถทำการตรวจจับงานดีและงานเสียได้แม่นยำขึ้น ในขณะเดียวกันสามารถลดจำนวนพนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกลงได้เป็นจำนวนมาก จากเดิมมีพนักงานจำนวน 20 คนต่อช่วงเวลาทำงานลดลงเหลือ 2 คนในการปฏิบัติงาน รวมทั้งสามารถลดค่าใช้จ่ายในด้านแรงงานลงได้ถึง 90% และมีความสามารถในการตรวจจับของดีและของเสียได้ถึง 79% จากเดิมที่ใช้คนในการตรวจสอบ

คำสำคัญ : การตรวจสอบ คุณภาพ ระบบวิชั่น

Independent Study Title	Increasing Efficiency of Inspection Process by Vision System: Case Study of Substrate Product of Electronics Parts Factory
Name-Surname	Mr. Supachet Chaiwoot
Major Subject	Business Engineering Management
Independent Study Advisor	Assistant Professor Daranee Pimchangthong, D.B.A.
Academic Year	2014

ABSTRACT

The objectives of this study were to reduce manual labor and increase the performance efficiency of the inspection of substrate product in the electronic parts inspection department. Which the separation between non-defective and defective parts still used manpower to monitor the quality. The department proposed to adopt vision system technology to verify and optimize the process of checking the substrate product. The technology was intended to increase both the quantity and quality of the inspection process. In addition, the image processing system could be used to analyze the image. The analysis included programs used to control all the functions of the vision system.

The results found that after using the vision system to inspect the substrate product in the quality inspection department, the efficiency and effectiveness of the inspection were highly increased, as supported by the data about increasing quantity of work and the accuracy of detecting non-defective and defective parts. At the same time, the reduction in the number of employees working in the department was quite high, from 20 down to 2 people during work hours. The labor cost was reduced 90% and the capability to inspect non-defective and defective parts was increased 79% over the original manpower usage.

Keywords: inspection, quality, vision system

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จเสร็จสมบูรณ์ลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาด้วยความกรุณาอย่างยิ่ง ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อ ดร.ศุภกร พรหิรัญกุล ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดารณี พิมพ์ช่างทอง อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ และรองศาสตราจารย์อภิรดา สุทธิสานนท์ กรรมการสอบการค้นคว้าอิสระที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา ให้ความรู้และคำแนะนำในการศึกษาการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจนประสบความสำเร็จ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพอย่างสูง ที่ได้อบรมสั่งสอน ถ่ายทอดวิชาความรู้จนสำเร็จการศึกษาไว้ ณ ที่นี้

ผู้ทำการค้นคว้าอิสระขอกราบขอบพระคุณและมอบความดีทั้งหมดให้กับคุณพ่อและคุณแม่ที่ให้การอบรมสั่งสอนและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านและขอกราบขอบคุณทุก ๆ ท่านที่มิสามารถเอ่ยนามได้ทั้งหมดในที่นี้ได้ ที่มีส่วนส่งเสริมสนับสนุนและให้การช่วยเหลือจนส่งผลให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีและเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจต่อไป หากการศึกษาครั้งนี้มีบทความใดขาดตกบกพร่อง หรือไม่สมบูรณ์กราบขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ศุภเชษฐ์ ไชยวุฒิ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... (4)

กิตติกรรมประกาศ ..... (5)

สารบัญ ..... (6)

สารบัญตาราง ..... (7)

สารบัญภาพ ..... (10)

บทที่ 1 บทนำ 11

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 11

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 12

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 12

1.4 คำจำกัดความในการวิจัย 12

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14

1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย 15

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน 16

2.2 การลดต้นทุนการผลิต 19

2.3 การควบคุมต้นทุนการผลิต 22

2.4 ปัจจัยในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต 22

2.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในองค์กร 24

2.6 ความสูญเปล่าในโรงงาน 8 ประการ 24

2.7 แนวคิดในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต 26

2.8 ระบบการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ (Vision System) 27

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 44

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 46

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 46

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 46

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล 47
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุง 47
3.5 การสำรวจสภาพปัจจุบัน 47
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ 54
4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK 54
4.2 การวิเคราะห์กระบวนการในการตรวจสอบ 57
4.3 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบหลังจากการระดมสมอง 59
4.4 การวัดผลการเปรียบเทียบการทดลองก่อนและหลังการดำเนินงาน ของแผนก QC 74
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 77
5.1 สรุปผลการวิจัย 77
5.2 การอภิปรายผลการวิจัย 78
5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย 78
5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต 79
บรรณานุกรม 80
ประวัติผู้เขียน 82

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงประสิทธิภาพในภาพในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของพนักงานแผนก QC 48

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลในการตรวจสอบโดยพนักงานแผนก QC ที่มีประสบการณ์น้อย 50

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลในการตรวจสอบโดยพนักงานแผนก QC ที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี ทำการตรวจสอบ 51

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลในการตรวจสอบความสามารถการตรวจจับงาน โดยใช้เครื่องมือ Lab Scale 52

ตารางที่ 3.5 ประสิทธิภาพในการตรวจสอบของพนักงานและเครื่องมือช่วย ในการตรวจสอบ 52

ตารางที่ 3.6 มูลค่าความเสียหายของงานที่เป็นงานดีมาปนกับงานเสียที่เรียกว่า (Over Reject)... 53

ตารางที่ 4.1 แสดงถึงประสิทธิภาพในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของพนักงาน จำนวน 60 คน 55

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์จากการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหา ในกระบวนการตรวจสอบ 58

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพการเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ระบบวิชั่น 75

ตารางที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการนำระบบวิชั่นมาใช้งานในแผนก 77

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย 15
ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของ Vision System 29
ภาพที่ 2.2 แสดงการทำงานของกล้องประเภท Line Scan / Area Scan 31
ภาพที่ 2.3 แสดงเซ็นเซอร์รับภาพของกล้องประเภท Area Scan ของกล้องถ่ายภาพ gray Scale และของกล้องถ่ายภาพสี 31
ภาพที่ 2.4 การแปลงภาพแบบต่อเนื่องและการแปลงเป็นภาพเชิงตัวเลขจากวิธีการ digitization 32
ภาพที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างภาพกับ Pixels Matrix 32
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการแสดงค่า Pixels Matrix 33
ภาพที่ 2.7 แสดงระบบสี RGB 35
ภาพที่ 2.8 ระบบสีแบบ grayscale 35
ภาพที่ 2.9 พิกัดของระบบภาพดิจิตอล 36
ภาพที่ 2.10 แสดงกระบวนการทางการประมวลภาพ 38
ภาพที่ 2.11 การแยกบริเวณทั้งสองวิธี 40
ภาพที่ 2.12 การทำงานของกระบวนการย่อยที่ชื่อว่า connected components labeling 40
ภาพที่ 2.13 ภาพระยะไกลโดยใช้ดาวเทียม 42
ภาพที่ 2.14 ภาพสำหรับการใช้งานทางการแพทย์ 42
ภาพที่ 2.15 การประยุกต์การใช้ภาพหารประมวลภาพในการรักษาความปลอดภัย 43
ภาพที่ 2.16 เครื่องจักรในอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้ระบบประมวลผล 43
ภาพที่ 3.1 แสดงกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน 48
ภาพที่ 3.2 แสดงงานและตำแหน่งที่ต้องการตรวจของแผ่น Substrate Model: NDK 48
ภาพที่ 3.3 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK 49
ภาพที่ 3.4 กราฟแสดงการตรวจโดยพนักงานแผนก QC 50
ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงการตรวจสอบโดยพนักงานที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี 51
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงประสิทธิภาพการตรวจสอบแผ่น Substrate model: NDKโดยพนักงานแผนก QC 54
ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงจำนวนงานที่ได้จากพนักงานจำนวน 60 คนทั้ง 3 กะของแผนก QC 56

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.3 แผนภูมิก้างปลาจากการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการตรวจสอบ 57
ภาพที่ 4.5 กล้อง Gig E CCD camera ที่ใช้ในระบบวิชั่น 60
ภาพที่ 4.6 Lens Telecentric Moritex Model: MML2-ST 65 61
ภาพที่ 4.7 Dome Lighting Moritex ให้แสงสว่างในงานระบบวิชั่น 61
ภาพที่ 4.8 X-Y Table พร้อมชุดสเต็ปมอเตอร์ 62
ภาพที่ 4.9 Industrial Computer ของ AD link ที่ใช้กับกล้อง CCD และ Software ทำการประมวลผล 62
ภาพที่ 4.10 Software NATION INSTRUMENTS 63
ภาพที่ 4.11 แสดงแหล่งจ่ายไฟสำหรับระบบวิชั่นที่ใช้ทำการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK 63
ภาพที่ 4.12 แสดงรูปเครื่องระบบวิชั่นที่ใช้ตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK 64
ภาพที่ 4.13 แผนผังการติดตั้งของระบบวิชั่นที่ใช้ในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK 65
ภาพที่ 4.14 Flow Chart การทำงานของระบบตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK 66
ภาพที่ 4.15 Test GR&R m/c Vision and Evaluation และทำการ buy off โดยใช้งานที่มีการวัดค่ามาจากเครื่องมือสอบเทียบ (Lab Scale) 67
ภาพที่ 4.16 รูปตัวงานที่ทำการตรวจสอบด้าน C 69
ภาพที่ 4.17 รูปตัวงานที่ทำการตรวจสอบด้าน BC 69
ภาพที่ 4.18 รูปแผ่น Substrate Model: NDKงานด้าน BC ที่ถูกทำการตัดแบ่งออกเป็นตัวงาน 70
ภาพที่ 4.19 รูปแผ่น Substrate Model: NDKงานด้าน C ที่ถูกทำการตัดแบ่งออกเป็นตัวงาน 70
ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจสอบแผ่น Substrate ก่อนและหลังการใช้ระบบวิชั่น 75

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการแข่งขันในทางธุรกิจด้านอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีความรุนแรงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและราคาถูกเท่านั้นที่จะยืนต่อสู้ในสนามการแข่งขันทางธุรกิจนี้ได้ และยิ่งไปกว่านั้นยังมีมาตรการการกีดกันทางการค้า และระบบคุณภาพต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการได้เปรียบในทางธุรกิจ และในปัจจุบันระบบคุณภาพที่เข้ามามีบทบาทในวงการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อย่างมากได้แก่ระบบ คุณภาพ ISO (International Organization for Standardization) ซึ่งระบบคุณภาพ ISO นั้นได้ควบคุมคุณภาพตั้งแต่กระบวนการของการได้มาของวัตถุดิบตลอดจนกลายเป็น ผลิตภัณฑ์ออกสู่ท้องตลาด และในอดีตมีผู้ผลิตหลายรายได้ใช้ระบบตรวจสอบคุณภาพแบบสุ่มตรวจ ซึ่งบางครั้งสินค้าที่ไม่ได้มาตรฐานอาจจะเล็ดลอดกระบวนการตรวจไปสู่ลูกค้าได้ จึงทำให้เกิดความเสียหายให้กับธุรกิจ ทั้งตัวผู้ผลิตเองและลูกค้า ลูกค้าบางรายอาจถึงขั้นเปลี่ยนไปซื้อสินค้าจากคู่แข่ง หรือจากผู้ผลิตรายอื่น และปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาช่วยให้การตรวจสอบคุณภาพที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและระบบวิชั่น (Vision System) เป็นทางเลือกหนึ่งที่จะนำมาใช้ได้

ระบบวิชั่นซิสเต็ม หรือเรียกว่าระบบการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อลดการใช้แรงงานคนและเพิ่มประสิทธิภาพ โดยใช้ระบบควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติขึ้นมาเพื่อช่วยผ่อนแรง ในการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบที่ต้องการความละเอียดและแม่นยำสูง นอกจากนี้ยังใช้ระบบการประมวลภาพ โดยนำเอารูปภาพมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งจะถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงานตรวจสอบด้วยภาพแบบอัตโนมัติ การเขียนโปรแกรมตรวจสอบลักษณะรูปร่างต่าง ๆ รวมถึงโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบโดยระบบวิชั่นในครั้งนี้มุ่งเน้นไปในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของแผนก QC (Quality Control) ในโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิคส์ ในขั้นตอนจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพโดยพนักงานแผนก QC เพื่อจะทำการตรวจสอบหาความสมบูรณ์ของแผ่น Substrate นั้นว่าได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่และปัญหาที่พบจากการใช้พนักงานทำการตรวจสอบมีดังนี้

- ความผิดพลาดเนื่องจากการมองข้ามไป หรือมองไม่เห็น ทำให้ได้งานที่ไม่ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด
- ระดับการตัดสินใจไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากประสบการณ์ของพนักงานแต่ละคนไม่เท่ากัน

- ต้องการลดเวลาในการตรวจสอบ และต้องการเพิ่มความสามารถในการตรวจจับของเสีย
- แผ่น Substrate มีราคาที่สูงและมีความเปราะบาง แตกหักง่าย

ดังนั้นการศึกษาเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบ โดยใช้ระบบวิชั่นนั้น จึงมีโอกาสที่จะช่วยให้การตรวจสอบความสมบูรณ์ของผลิตภัณฑ์ ให้มีคุณภาพมากขึ้นโดยนำเทคโนโลยีวิชั่นซิสเต็มมาพัฒนาในการควบคุมคุณภาพต่อไปโดยการตรวจสอบแบบเดิมที่ใช้พนักงานทำการตรวจสอบหาความสมบูรณ์ของแผ่น Substrate โดยใช้กล้องจุลทรรศ์ (Microscope) ที่กำลังขยาย 30 เท่า

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 วิเคราะห์ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของแผนก QC

1.2.2 เพิ่มความสามารถในการตรวจจับของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจสอบ

1.2.3 เพื่อลดเวลาในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การศึกษาในครั้งนี้มีขอบเขตการศึกษาเฉพาะกรณี ในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK Products ของบริษัท Electro Ceramic (Thailand) Co., Ltd.

1.3.2 ทำการประยุกต์โดยใช้เครื่องตรวจสอบความสมบูรณ์ของแผ่น Substrate เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการศึกษาครั้งนี้

1.3.3 ระยะเวลาที่เริ่มการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพก่อนการปรับปรุง (พฤษภาคม - ตุลาคม พ.ศ. 2557)

1.3.4 เพิ่มความสามารถในการตรวจจับและการลดเวลาในกระบวนการตรวจสอบของแผ่น Substrate Model: NDKให้ลดลงจากที่ทำอยู่ในปัจจุบัน

1.4 คำจำกัดความในการวิจัย

แผ่น Substrate = เป็นแผ่นเซรามิค ที่นำไปผลิตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่อยู่ในแผงวงจรของอุปกรณ์ไฟฟ้า

National Instruments, Vision Builder = เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบในการควบคุมกล้องรับภาพและส่งค่าต่าง ๆ ผ่านโปรแกรม เพื่อประมวลผลให้ได้ค่าที่ถูกต้องเป็นซอฟแวร์สำเร็จรูปที่มีใช้ในงานของการตรวจสอบของโปรแกรมวิชั่น

QC (Quality control) = เป็นแผนกการควบคุมคุณภาพของโรงงานอุตสาหกรรมที่จะต้องมีไว้เพื่อเป็นแผนกที่มีความสำคัญในการตรวจสอบชิ้นงานที่มีการผลิต ก่อนที่จะส่งให้กับลูกค้า หรือแผนกอื่นต่อไป

Vision System หรือ ระบบวิชั่น คือระบบที่ถูกออกแบบมาเพื่อที่จะใช้ในการตรวจสอบคุณภาพการผลิตเนื่องจากระบบนี้สามารถตรวจเช็คได้เที่ยงตรงและแม่นยำกว่าการใช้คนตรวจสอบความผิดพลาดของผลิตภัณฑ์สามารถควบคุณภาพได้สม่ำเสมอต่างจากสายตามนุษย์ที่อาจมีความเมื่อยล้า

CCD camera กล้องรับภาพ หรือเรียกว่ากล้องจับภาพ CCD ย่อมาจาก Charge Coupled Device เป็น Sensor ที่ทำงานเป็น pixel จะทำหน้าที่รับแสงและเปลี่ยนค่าแสงเป็น สัญญาณอนาล็อกส่งเข้าวงจรเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล

Lens เลนส์ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ทำหน้าที่เหมือนสายตาของมนุษย์ หน้าที่ของเลนส์คือการให้แสงสะท้อนจากวัตถุผ่านเข้าไปเป็นปริมาณพอเหมาะ และเลนส์เป็นวัสดุโปร่งใสเหมือนแก้ว หรือ พลาสติก มีผิวด้านหนึ่งโค้งหรือโค้งทั้ง 2 ด้าน (ลัดดา ศุขปรีดี, 2540)

Lighting Illumination: เป็นอุปกรณ์ให้แสงสำหรับงาน vision ซึ่งมีหลายแบบ และมีสีที่แตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน

Working Distance หมายถึง ระยะห่างหน้าเลนส์กับวัตถุ

FOV (File of view) คือ การแสดงถึงพื้นที่การมองเห็นวัตถุของกล้องรับภาพกับเลนส์

Products ผลิตผล หรือผลิตภัณฑ์ สินค้า ของที่ทำการประกอบขึ้นมาเพื่อใช้งานหรือจำหน่าย

Snap line เป็นเส้นที่เอาไว้กำหนดแบ่งแยกตัวงาน และที่ทำเป็นร่องเอาไว้สำหรับตัดตัวงานออกจากกันของ แผ่น Substrate

Jig เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วางชิ้นเพื่อให้ชิ้นงานอยู่ตามตำแหน่งที่จะทำการตรวจสอบ

Over Reject คือ งานที่เป็นงานดีไปปนกับงานที่เสีย หรือเรียกว่า ปฏิเสธงานที่ดีเป็นงานเสีย

Under Reject คือ งานที่เป็นงานเสียไปปนกับงานที่ดี หรือเรียกว่า ยอมเสียเป็นงานดี

Solder paste = เป็นวัสดุที่ประกอบด้วยโลหะสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์หลายชนิดเพื่อให้ได้คุณสมบัติขณะการใช้งานและสมบัติการยึดติดที่ต้องการเป็นวัสดุที่เรียกว่าโลหะบัดกรีเป็นโลหะหลอมเหลวที่นิยมใช้ในการประกอบ PCB หรือโลหะบัดกรีแบบกึ่งของเหลว

Driver motor control = เป็นบอร์ดที่สามารถต่อเชื่อมกับบอร์ดของคอมพิวเตอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เพื่อนำไปควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของ Motor ที่สามารถทนกระแสสูง ๆ ได้

Switching Power supply เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่งและสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไปสลับโวลต์สูงให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำเพื่อใช้ในงานอิเล็คทรอนิคส์ ขนาดเล็ก

I/O Board Control คืออุปกรณ์ระบบควบคุมการทำงานระยะไกลหรือใกล้ โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้น โดยสามารถส่งสัญญาณได้มากกว่า 99 Board หรือ 1980 การส่งสัญญาณแบบ RS 485 มีความแม่นยำที่สูง

Pixel Size ย่อมาจาก Picture (ภาพ) กับคำว่า Element (พื้นฐาน) คือหน่วยพื้นฐานซึ่งเล็กที่สุดของภาพดิจิตอลเทียบได้กับจุดสีของภาพ 1 จุดหลาย ๆ สี หลาย ๆ จุดที่เรียงชิดกันถูกรวมกันทำให้เกิดเป็นภาพ อย่างกล้อง 5 ล้านพิกเซลหมายความว่าเมื่อถ่ายภาพที่ความละเอียดสูงสุด จะได้เม็ด Pixel 5 ล้านเม็ด สรุปได้ว่ายิ่งมีค่า Pixel สูงเท่าไหร่ภาพที่ได้ยิ่งมีความละเอียดสูง

Interface เป็นตัวประสาน หมายถึง การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ที่ทำการถ่ายโอนข้อมูลจากกันและกันได้ เช่น การถ่ายส่งข้อมูลจากตัวกล้องรับภาพไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 บริษัทสามารถนำข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษาครั้งนี้ไปเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK และสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้

1.5.2 บริษัทสามารถลดต้นทุนด้านทรัพยากรแรงงาน และควบคุมปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการตรวจสอบเพื่อเพิ่มโอกาสในการแข่งขันทางด้านธุรกิจเดียวกันได้

1.5.3 การเพิ่มประสิทธิกระบวนการตรวจสอบครั้งนี้ โดยระบบวิชั่น ทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจและสามารถควบคุมคุณภาพได้สม่ำเสมอมีความละเอียดแม่นยำกว่าสายตาของมนุษย์

1.6 แผนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงาน	May-57				Jun-57				Jul-57				Aug-57				Sep-57				Oct-57			
	719	720	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743
1.คัดเลือกหัวข้อกิจกรรม	P																							
	A																							
2.สำรวจสภาพปัจจุบัน ตั้งเป้าหมาย		P	P	P	P	P																		
		A	A	A	A	A																		
3.วางแผนการดำเนินกิจกรรม							P																	
							A																	
4.วิเคราะห์หาสาเหตุ								P	P	P														
								A	A	A	A	A	A	A										
5.ดำเนินการแก้ไข											P	P	P											
											A	A	A	A	A	A								
6.ตรวจสอบผลการแก้ไข													P	P	P	P	P	P	P	P				
													A	A	A	A	A	A	A	A	A			
7.กำหนดเป็นมาตรฐาน																					P			
																					A			
8.วางแผนการติดตามผล																						P	P	
																						A	A	
9.ทำรายงานสรุปผล																								P
																								A

P: แผนการที่คาดว่าจะทำ

A: แผนการที่ได้ปฏิบัติจริง

ภาพที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่นำมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น : กรณีศึกษา แผ่นซับสเตรทของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และได้ทำการศึกษาเอกสารและแนวคิดทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน
2. แนวคิดในการลดและควบควบคุมต้นทุนการผลิต
3. การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในองค์กร
4. ระบบการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ (Vision System)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

งานทุกอย่างบนโลกใบนี้ที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้นมามีระดับความยากง่ายที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่และความมุ่งหวังขององค์กรว่าต้องการแบบไหน งานไหนบ้างต้องใช้กำลังคนงานไหนที่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมเช่นเครื่องจักรซึ่งต้องแข่งขันปัจจัยหลายอย่างที่คอยเสียดสีอยู่ เช่น ปัจจัยค่าแรงงานค่าอุปกรณ์ ค่าครองชีพ ระบบเศรษฐกิจในระดับต่าง ๆ สิ่งเหล่านี้คอนกระตุ้นให้งานนั้นสำเร็จและมีประสิทธิภาพในเมื่อต้องแข่งขันกับปัจจัยภายนอกและภายใน คำว่าประสิทธิภาพ (Efficiency) จึงมีความจำเป็นและเป็นผลสำเร็จที่ทุกคนต้องไปให้ด้วยวิธีการต่าง ๆ

โดยทั่วไปแล้ว คำว่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ในการปฏิบัติงานมักจะแยกออกมากับประสิทธิผล (Effectiveness) ในการปฏิบัติงานเพราะการปฏิบัติงานนั้นจะมีประสิทธิภาพไม่ได้ถ้าหากว่าการปฏิบัติงานนั้นไม่มีประสิทธิผลซึ่งหมายความว่าการปฏิบัติงานจะไม่บรรลุเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ แต่ในขณะเดียวกันการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิผลก็ไม่จำเป็นว่าการปฏิบัติงานนั้นจะต้องมีประสิทธิภาพเสมอไป

ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานนั้น ถ้าพิจารณาจากแนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ มักจะพูดถึง ผลการปฏิบัติงาน (Performance) ซึ่งถือได้ว่าเป็นเรื่องเดียวกับประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน (Efficiency) คือเมื่อผลการปฏิบัติงานที่ดีก็ถือว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานสูงและถ้าผลการปฏิบัติงานไม่ดีก็ถือได้ว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพดังนี้

Ryan & Smith (1954, p. 276) ได้กล่าวถึงประสิทธิภาพของบุคคล (Human efficiency) ไว้ว่า เป็นความสัมพันธ์ในแง่บวกกับสิ่งที่ทุ่มเทให้กับงาน ซึ่งประสิทธิภาพในการทำงานนั้นมองจากแง่มุมของการทำงานแต่ละบุคคล โดยพิจารณาเปรียบเทียบกับสิ่งที่ให้กับงาน เช่น กำลังงานกับผลลัพธ์ที่ได้จากงานนั้น

ธงชัย สันติวงษ์ (2550) กล่าวว่า ความมีประสิทธิภาพ หมายถึง การมีสมรรถนะสูงสามารถมีระบบการทำงานสร้างสมทรัพยากร และความมั่งคั่งเก็บไว้ภายใน เพื่อขยายตัวต่อไป และเพื่อเอาไว้สำหรับรองรับสถานการณ์ที่อาจเกิดวิกฤตการณ์จากภายนอกได้ด้วย

กันตา เพิ่มผล (2551) ได้ให้ความหมายไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ขนาดและความสามารถของความสำเร็จ หรือบรรลุผลตามเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ของตนเองและองค์กร

Simon (อ้างถึงใน แสวง รัตนมงคลมาศ, 2545) ให้ทัศนะเกี่ยวกับประสิทธิภาพไว้คล้ายคลึงกัน คือถ้าพิจารณาว่างานใดมีประสิทธิภาพสูงสุดให้ดูจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (input) กับผลผลิต (output) ที่ได้รับออกมา เพราะฉะนั้น ตามทัศนะนี้ประสิทธิภาพนี้จึงเท่ากับผลผลิตลบด้วยปัจจัยนำเข้า และถ้าเป็นการบริหารราชการและองค์กรของรัฐก็ควรบวกความพึงพอใจของผู้รับบริการ (satisfaction) เข้าไปด้วย ซึ่งอาจเขียนเป็นสูตร ดังนี้

$$E = (0\text{-}1) + S$$

E = EFFICIENCY คือ ประสิทธิภาพของงาน
0 = OUTPUT คือ ผลผลิตหรืองานที่ได้รับออกมา
I = INPUT คือ ปัจจัยนำเข้าหรือทรัพยากรทางการบริหารที่ใช้ไป
S = SATISFACTION คือ ความพึงพอใจในผลงานที่ออกมา

วิทยากร เชียงกูล (2540, น. 173) ประสิทธิภาพ เป็นสิ่งที่บ่งบอกผลงานของคนงาน (ปฏิบัติงาน) ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งใช้เป็นเครื่องวัดว่ามีการใช้ทรัพยากรขององค์กรหรือหน่วยงานเหมาะสมเพียงไร

จินดาลักษณ์ วัฒนสินธุ์ (2530, น. 70) ประสิทธิภาพ ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของประสิทธิผลมีความสัมพันธ์กับประสิทธิผล การวัดประสิทธิภาพโดยทั่วไปจะวัดเป็นอัตราส่วนของผลผลิตต่อปัจจัยนำเข้าในการผลิตหรือค่าใช้จ่ายต่อหน่วย และมักเป็นเรื่องเศรษฐกิจ เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพแบบนี้อาจคลาดเคลื่อนได้ เพราะไม่ได้คำนึงถึงด้านคุณภาพแต่คำนึงถึงปริมาณในรูปของกำไร หรือผลผลิตสูงสุดเพียงด้านเดียว ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพจึงต้องวัดความแตกต่างด้านคุณภาพของผลผลิตด้วย

ทิพาวดี เมฆสวรรค์ (2538, น. 2) ชี้ให้เห็นว่าประสิทธิภาพในระบบราชการมีความหมายรวมถึงผลิตภาพ และประสิทธิภาพ โดยประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่วัดได้หลายมิติ ตามแต่วัตถุประสงค์ที่ต้องการพิจารณา คือ

1. ประสิทธิภาพในมิติของค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนของการผลิต (input) ได้แก่ การใช้ทรัพยากร การบริหาร คือ คน เงิน วัสดุ เทคโนโลยี ที่มีอย่างประหยัด คุ้มค่า และเกิดการสูญเสียน้อยที่สุด

2. ประสิทธิภาพในมิติของกระบวนการการบริหาร (process) ได้แก่ การทำงานที่ถูกต้องได้มาตรฐาน รวดเร็ว และใช้เทคโนโลยีที่สะดวกกว่าเดิม

3. ประสิทธิภาพในมิติของผลผลิตและผลลัพธ์ ได้แก่ การทำงานที่มีคุณภาพเกิดประโยชน์ต่อสังคม เกิดผลกำไร ทันเวลา ผู้ปฏิบัติงานมีจิตสำนึกที่ดีต่อการทำงานและบริการเป็นที่พอใจของลูกค้าหรือผู้มารับบริการ

การบริหารทรัพยากร การจัดสรรทรัพยากร (Provision of Resource)

ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต การบริการ แบ่งได้ 2 ประเภทคือ

ประเภทที่ 1 ทรัพยากรบุคคล หรือทรัพยากรมนุษย์ หมายถึง บุคคลที่ปฏิบัติงานในองค์กรทุกคน

ประเภทที่ 2 ทรัพยากรด้านเทคโนโลยี เครื่องจักร อุปกรณ์สำนักงาน หรือสิ่งอำนวยความสะดวก หรือสิ่งที่สนับสนุนให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพ

การจัดสรรทรัพยากร หมายถึง การจัดหา จัดมอบ หรือจัดแบ่งทรัพยากรให้กับหน่วยงานต่าง ๆ เพื่อให้หน่วยงานหรือบุคลากรได้ใช้ทรัพยากรที่เหมาะสมเพื่อการดำเนินงานสู่เป้าหมายขององค์กร

การจัดสรรทรัพยากรมีความสำคัญต่อระบบการบริหารงานคุณภาพด้วยสาเหตุสำคัญ 2 ประการ คือ

สาเหตุ 1 ทรัพยากรเป็นต้นทุนการผลิต/การบริการ

สาเหตุ 2 ทรัพยากรเป็นจุดเริ่มต้นของคุณภาพ

การจัดสรรทรัพยากรเพื่อให้การดำเนินงานบริหารงานคุณภาพบรรลุเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ คุณภาพ จะต้องคำนึงถึงหลักการสำคัญต่อไปนี้

1. ความต้องการใช้ทรัพยากรต้องจัดสรรจำนวน ขนาด คุณภาพ และคุณลักษณะของทรัพยากรให้เหมาะสมตรงกับความต้องการของหน่วยงานในการสร้างผลงานคุณภาพ ดังนั้นการจัดสรรจึงต้องมีหลักเกณฑ์พิจารณาอย่างรอบคอบ ดังนี้

1.1 มีข้อมูลจากหน่วยงาน แสดงความต้องการ จำนวน ขนาด คุณภาพ และคุณลักษณะของทรัพยากร

1.2 ฝ่ายจัดสรรทรัพยากรก็ต้องวิเคราะห์สถานการณ์ความต้องการของหน่วยงานที่ต้องการทรัพยากรว่าเป็นข้อมูลความต้องการที่ถูกต้อง และเหมาะสม จึงอนุมัติให้ฝ่ายจัดหาดำเนินการจัดหาต่อไป

1.3 ฝ่ายจัดหาทรัพยากรก็ต้องมีแผนการจัดหาที่มีประสิทธิภาพ สามารถจัดหาทรัพยากรได้ตรงกับความต้องการ ทันเวลาและมีประสิทธิภาพ

2. ระยะเวลาของการใช้ทรัพยากรหรือการจัดหามีความเหมาะสม

3. การเพิ่มปริมาณ คุณภาพ หรือประสิทธิภาพของทรัพยากร เพื่อใช้ในกระบวนการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง ฝ่ายจัดสรรทรัพยากรต้องพิจารณาอย่างรอบคอบถึงวิธีการจัดหาให้ได้ทรัพยากรคุณภาพสูงต้นทุนต่ำ

4. มีการวางแผนจัดสรรทรัพยากรทั้งระยะยาว ตามแผนการขยายงานและแผนระยะสั้น หรือแผนกลยุทธ์ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยใช้ต้นทุนต่ำที่สุดด้วย

5. การจัดทำแผนงบประมาณต้องมีความสอดคล้องกับแผนการจัดสรรทรัพยากร เพื่อให้การจัดสรรทรัพยากรดำเนินการได้ ไม่เกิดปัญหาขาดแคลนงบประมาณ

6. การจัดสรรทรัพยากรต้องคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งภายในองค์กรและภายนอก คือ สิ่งแวดล้อม ซึ่งมีกฎหมายสิ่งแวดล้อมควบคุมอยู่แล้ว การจัดทรัพยากรต้องนำกฎหมายที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาด้วย

7. การจัดสรรทรัพยากรต้องคำนึงถึงความประหยัด เพราะต้นทุนการผลิตต่ำ ได้สินค้าราคาต่ำ ลูกค้าพอใจ แต่ความประหยัดมิได้เกิดจากการลดคุณภาพสินค้า ดังนั้นการจัดสรรทรัพยากรต้องก่อให้เกิดคุณภาพสูง ต้นทุนต่ำ ลูกค้าพอใจ

8. มีระบบประเมินผลการจัดสรรทรัพยากร และการใช้ทรัพยากรเป็นระยะ

2.2 การลดต้นทุนการผลิต

ปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิต/บริการที่ส่งผลต่อความแข็งแกร่งของสถานประกอบการมีมากมาย ทั้งนี้ผู้ประกอบการอาจขาดการจัดการที่ดี ไม่มีเวลาในการติดตามการทำงาน (Time) หรือเกิดจากความเคยชินในการปฏิบัติงานโดยบางครั้งขาดการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาช่วยงาน ขาดการออกแบบการทำงานที่ดี (Method) มีการออกแบบสถานที่ทำงานไม่เหมาะสม (Workplace and Environment) ทำให้งานล่าช้าและมีสิ่งบกพร่องเป็นจำนวนมาก (Defect) ขาดการดูแลอุปกรณ์ (หรือ

เครื่องจักร) ที่เหมาะสม (Equipment and Machine) ขาดการวางแผนการทำงานที่ดี มีการใช้วัสดุสิ้นเปลืองที่ไม่เหมาะสม (Material) มีระบบการทำงานที่ขาดประสิทธิภาพ ขาดการประสานงานและการสื่อสารระหว่างแผนกต่าง ๆ ในบริษัท บางครั้งอาจเกิดจากการขาดการเอาใจใส่ในการทำงานของพนักงาน (Mind) หรือความไม่เข้าใจกันระหว่างฝ่ายบริหารและฝ่ายปฏิบัติการ (Unity) ทั้งนี้ปัญหาทั้งหมดสามารถส่งผลต่อต้นทุนและความสามารถในการแข่งขันขององค์กรได้เป็นอย่างมาก พนักงานในสถานประกอบการนั่นเอง การที่พนักงานเข้าใจว่าบริษัทของตนเองมีกระบวนการทำงานที่ดีที่สุดแล้ว มีอุปกรณ์ที่ดีที่สุดและยังมีวิธีการปฏิบัติงานตลอดจนการจัดการต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดแล้ว โดยไม่คำนึงว่าจะมีวิธีการหรือกระบวนการทำงานที่ดีกว่าที่เป็นอยู่ ความเข้าใจคาดเคลื่อนดังกล่าวนี้จะส่งผลอย่างมากต่อการลดต้นทุนของสถานประกอบการ เพราะเป็นตัวขัดขวางจุดเริ่มต้นของโครงการลดต้นทุนทั้งหมด

จากปัญหาในเรื่องการลดต้นทุนในสถานประกอบการดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจะพบว่าการลดต้นทุนในสถานประกอบการเป็นเรื่องที่สำคัญมากและสามารถทำได้หลายด้าน ดังนั้นในบทความนี้จะนำเสนอมิติของการลดต้นทุนที่ครอบคลุมทั้งสถานประกอบการทั้งภาคการผลิตและการบริการทั้งหมด 7 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. มิติด้านคนหรือด้านแรงงาน (Human) การลดต้นทุนโดยเน้นที่การจัดการด้านทรัพยากรมนุษย์ เป็นหลักโดยถือว่าทรัพยากรมนุษย์เป็นต้นทุนที่สำคัญขององค์กร (Human Capital) และเน้นระบบการบริหารทรัพยากรมนุษย์ตามผลการปฏิบัติการ ซึ่งจะนำไปสู่การใช้ระบบ KPI และระบบขีดความสามารถ (Competency System) เพื่อการพัฒนาพนักงาน ตั้งแต่การสรรหาและคัดเลือก (Recruitment & Selection) การฝึกอบรมและพัฒนา (Training & Development) การบริหารผลตอบแทน (Total Compensation) การกำหนดผังความก้าวหน้า (Career Path) การจัดทำแผนทดแทนตำแหน่งงาน (Succession Planning) ตลอดจนการค้นหาและบริหารคนเก่งคนดี (Talent Management) ซึ่งจะนำไปสู่ความผูกพันกับองค์กร (Employee Engagement) ทำให้เกิดจิตสำนึกเรื่องคุณภาพ การลดต้นทุน และการสร้างความสามัคคี ซึ่งจะเป็นพลังสำคัญในการเพิ่มผลผลิตเสริมศักยภาพในการแข่งขันต่อไป

2. มิติด้านอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือเครื่องจักร (Equipment and Machine) การลดต้นทุนด้านอุปกรณ์ และเครื่องจักร อันได้แก่ การลดเวลาสูญเสีย (Downtime) ทั้งหมดหรือการเพิ่มความเร็วในการทำงาน (Speed) เช่น การวางแผนการซ่อมบำรุงให้เหมาะสมการลดอัตราขัดข้อง การปรับปรุงให้สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น การลดเวลาในการตั้งเครื่อง (Set up) การจัดแบ่งงานนอกและงานในอย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงที่สุด (Overall Equipment Efficiency - OEE)

เป็นต้น โดยจะนำระบบการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance - TPM) มาเป็นแนวทางในการลดต้นทุน

3. วัสดุสิ้นเปลืองหรือวัตถุดิบในการผลิต (Material) การลดความสิ้นเปลืองของการใช้วัสดุต่าง ๆ (หรือวัตถุดิบในระบบการผลิต) การบริหารจัดการพัสดุคงคลังให้เหมาะสมเพื่อลดต้นทุนจม เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อลดความสูญเสียทางด้านการใช้วัสดุ การจัดการสโตร์หรือคลังวัสดุสิ้นเปลือง คลังวัตถุดิบและคลังสินค้าเพื่อลดความสูญเปล่า การลดเศษ (Scrap) เป็นต้น โดยการใช้หลักการบริหารพัสดุ (Inventory Management)

4. วิธีการปฏิบัติงาน (Method) การลดความสูญเสียจากวิธีการทำงานที่ขาดประสิทธิภาพ การทำงานที่ช้าหรือการสร้างสิ่งบกพร่อง (หรือของเสีย) ทำได้โดยการออกแบบการทำงานด้วยหลักสรีระวิทยา การใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ช่วยงานตามหลักของประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการทำงาน การลดขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน เป็นต้น โดยการใช้หลัก 3MU (Muri Mura Muda) รวมทั้งการใช้หลักการ IE (IE Techniques)

5. สภาพแวดล้อมในการทำงาน (Environment) การจัดสถานที่ทำงานหรือสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสม การลดการเคลื่อนย้ายในที่ทำงาน การบริหารการจัดการโลจิสติกส์ในสถานประกอบการ (Inbound Logistics) การจัดทำผังโรงงาน ผังของคลังสินค้า หรือผังของห้องทำงานในสำนักงาน (Office) ระบบแสง เสียงอุณหภูมิ ความชื้น และความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน เป็นต้น

6. พลังงานและการใช้น้ำ (Energy and Water) การลดความสูญเสียทางด้านการใช้พลังงานและน้ำ เช่น การลดความสูญเสียความร้อน การติดฉนวนกันความร้อน การสร้างฝาเตา การออกแบบเตาอบที่ประหยัดพลังงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ การนำพลังงานสูญเสียกลับมาใช้ใหม่ การลดอัตราการใช้น้ำ การลดต้นทุนจากการขนส่ง เป็นต้น โดยใช้หลักการ 3R (Reduce Reuse Recycle)

7. เวลา (Time) การลดความสูญเสียทางด้านเวลา โดยการบริหารเวลาให้มีประสิทธิภาพ การวางแผนการทำงานให้เหมาะสม การเพิ่มความเร็วในการทำงาน (Speed) การจัดลำดับงานเพื่อประหยัดเวลา เป็นต้น โดยใช้หลักการการบริหารการผลิต (Operations Management)

2.3 การควบคุมต้นทุนการผลิต

กลยุทธ์สู่ความสำเร็จในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต

ในยุคปัจจุบัน ต้องเผชิญกับข้อจำกัดหลายอย่างอันเป็นอุปสรรคปัญหาต่อการดำเนินธุรกิจ และเป็นเหตุให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น จากหลาย ๆ ปัจจัย คือ

1. ต้นทุนค่าแรงงานมีแนวโน้มสูงขึ้น
2. ต้นทุนค่าวัตถุดิบแพงขึ้นจากการลดค่าเงินบาทกรณีที่ต้องนำวัตถุดิบจากต่างประเทศ
3. ต้นทุนค่าโสหุ้ยโรงงานสูงขึ้น เช่น ค่าน้ำมัน ค่าน้ำ ค่าไฟที่จะปรับตัวขึ้นทุกวัน
4. คู่แข่งขันมีมากขึ้นและทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น
5. ต้องการลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสินค้าที่ผลิต
6. ต้องการผลกำไรมากขึ้น

ดังนั้น ผู้ประกอบการ จำเป็นต้องปรับตัว ปรับวิธีการทำธุรกิจ เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลง โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มผลผลิตเพื่อความอยู่รอด

ทั้งนี้ ในการลดต้นทุนการผลิต ผู้ประกอบการมีความจำเป็นต้องปรับปรุงโครงสร้างในการประกอบธุรกิจต่าง ๆ ทุกโรงงานต้องการลดต้นทุน ทุกโรงงานต้องการผลิตแล้วขายได้ดี แต่ในระบบการค้าเสรีไม่ผูกขาด ผู้ลงทุนอาจจะมีมากขึ้น คู่แข่งเพิ่มขึ้น ซึ่งเขาสามารถสร้างความแตกต่างในการผลิตสินค้า สินค้าขายดี มีผลกำไรมากขึ้น โรงงานก็อยู่ได้

ถึงตอนนี้ เรายังไม่สายที่จะเริ่มต้น หากมีปัญหาเรื่องต้นทุนการผลิตสูงจะแก้อย่างไร เพื่อจะลดต้นทุนให้ต่ำลง แต่คุณภาพเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นกุญแจสู่ความสำเร็จ

2.4 ปัจจัยในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต

ในการผลิตสินค้า ต้นทุนการผลิตจะสูงหรือต่ำนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ หลายประการด้วยกัน เช่น

1. ผู้บริหารต้องมีนโยบาย และโครงการเพื่อลดต้นทุนการผลิตอย่างจริงจังและชัดเจน ไม่ว่าจะเป็นนโยบายด้านคุณภาพมาตรฐานระดับสากล เช่น ไอเอสโอ การสนับสนุนศักยภาพของบุคลากร ฯลฯ หรือทุกเรื่องเพื่อการลดต้นทุน ซึ่งต้องดำเนินการอย่างจริงจังและต่อเนื่อง
2. สร้างจิตสำนึกพนักงาน ให้มีจิตสำนึกที่ดีต่อโครงการลดต้นทุนการผลิต จึงจะได้รับความร่วมมือและประสบความสำเร็จได้
3. มีมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของการบริหารจัดการ เนื่องจากหลายโรงงานที่ประสบปัญหาเพราะโรงงานขาดประสิทธิภาพในการบริหารจัดการอย่างจริงจัง

ทุกปัจจัยที่กล่าวมามีความสำคัญเท่ากันหมด แต่ถ้าต้องการทำให้สำเร็จ จะต้องมุ่งเน้นคุณภาพการบริหาร ผู้บริหารต้องทำอย่างจริงจัง และต้องมีประสิทธิภาพของการลดต้นทุนอย่างต่อเนื่อง

ในการบริหารจัดการผลิตควรกำหนดเป้าหมายในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพการผลิต (output หารด้วย input) คือดัชนีชี้วัดใช้เพื่อการเปรียบเทียบตัวหนึ่งที่เป็นการชี้วัดว่าประสิทธิภาพการผลิตเป็นอย่างไรในเดือนที่ผ่านมา การเปรียบเทียบผลการดำเนินงานของตัวเราเองหรือเปรียบเทียบกับโรงงานที่มีลักษณะการดำเนินงานเดียวกัน หลักการที่เรียกว่า Bench Marking ทั้งนี้ การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสามารถทำได้ 5 วิธี คือ

1. output เพิ่มขึ้น input เท่าเดิม
2. output เพิ่มขึ้น input ลดลง
3. output เพิ่มขึ้น input เพิ่มน้อยกว่า
4. output คงที่ input น้อยลง
5. output ลดลง input ลดมากกว่า

2. คุณภาพสินค้าและบริการ ซึ่งทุกองค์กรควรปลูกฝังให้พนักงานมี Quality Mind ถ้าโรงงานไหนควบคุมคุณภาพไม่ได้จะทำให้เกิดความเสียหายมาก ต้องปลูกฝังให้พนักงานทราบว่าเมื่อทำไปแล้วจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตต่อไปอย่างไร

3. การส่งมอบ ต้องส่งมอบตรงเวลาตามที่ลูกค้าต้องการ โดยไม่มีปัญหา การวางแผนการผลิตและส่งมอบให้ลูกค้าต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษ มิเช่นนั้นจะทำให้เสียระบบการทำธุรกิจ

4. ต้นทุนการผลิต (Cost) ในสินค้าประเภทเดียวกันแต่ต้นทุนไม่เท่ากัน การลดต้นทุนมิใช่สิ่งที่จะทำให้คุณภาพของสินค้าลดลงเสมอไป

5. ความปลอดภัย (Safety Mind) เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับพนักงานโดยตรง ซึ่งควรกระทำอย่างยิ่ง เพราะยิ่งเคร่งครัดมากเพียงใด พนักงานก็ปลอดภัยมากเท่านั้น และมีส่วนทำให้ต้นทุนการผลิตลดน้อยลง รวมทั้งสร้างคุณภาพชีวิตให้พนักงานได้

6. ขวัญและกำลังใจ ยิ่งมีความปลอดภัยสูงขวัญและกำลังใจของพนักงานก็ยิ่งสูง และวิธีที่ดีที่สุด คือ การเพิ่มค่าจ้างและเพิ่มสวัสดิการให้กับพนักงาน

7. สิ่งแวดล้อมที่ดีในโรงงาน ถือเป็นการสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้กับพนักงาน ปัจจุบันในโรงงานที่เกี่ยวกับมาตรฐานและจัดการกับสิ่งแวดล้อมได้ดี ถือเป็นความรับผิดชอบต่อสังคมด้วย

8. จรรยาบรรณ (Ethics) เช่น โรงงานผลิตยางรถยนต์เมื่อมีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของยางชนิดนั้นผู้ผลิตต้องยอมรับและปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตเพื่อให้มีความปลอดภัยมากขึ้น

หากโรงงานอุตสาหกรรมสามารถปลูกฝังทุกข้อที่กล่าวมาให้กับพนักงานได้สำเร็จ ปัญหาในกระบวนการผลิตจะไม่เกิดขึ้นโดยเด็ดขาด และสิ่งที่สำคัญที่สุด การผลิตมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2.5 การวิเคราะห์ข้อบกพร่องในองค์กร

การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องภายในองค์กร สามารถพิจารณาได้จากปัจจัยการผลิต หรือ Input ทั้ง 4 ประการด้วยว่ามีจุดอ่อนจุดแข็งอย่างไร และต้องวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งของ Output ด้วยว่าสินค้าและบริการของเราที่ออกมาลูกค้ายอมรับหรือไม่ การบริการหลังการขายเป็นอย่างไร เมื่อเกิดปัญหาต้องนำปัญหานั้นมาวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขต่อไป และที่สำคัญควรพิจารณาดูการบริหารจัดการว่าดีหรือยัง เช่น การประสานงานในการทำงานของฝ่ายการตลาดและฝ่ายผลิต ต้องมีการประสานงานที่ดีและมีประสิทธิภาพ

การวิเคราะห์โอกาสทางธุรกิจ เป็นการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก เช่น การวิเคราะห์คู่แข่งขันต้องมีการเปรียบเทียบกับคู่แข่งที่อยู่ในธุรกิจเดียวกันที่เรียกว่า Bench Marking เพื่อทำให้ทราบตลาดการแข่งขันทั้งในประเทศและต่างประเทศ การวิเคราะห์ลูกค้าว่าทำไมไม่สั่งซื้อของจากเรา ทำไมไปสั่งซื้อจากต่างประเทศ เป็นต้น เมื่อวิเคราะห์แล้วก็นำมาเปรียบเทียบกับคู่แข่ง (Bench Marking) โดยใช้หลักการคือ

1. รู้เขา รู้เรา
2. ไม่รู้เขา รู้เรา
3. รู้เขา ไม่รู้เรา
4. ไม่รู้เขา ไม่รู้เขา

2.6 ความสูญเปล่าในโรงงาน 8 ประการ

ในโรงงานอุตสาหกรรม มักจะมีการสูญเปล่าด้วยสาเหตุต่าง ๆ ดังนี้

1. ความสูญเปล่าจากการผลิตของเสีย (Defects) ให้พิจารณาว่ามีจำนวนมากหรือไม่ เมื่อเก็บสถิติแล้วเพิ่มขึ้นหรือไม่

2. ความสูญเปล่าจากการผลิตเกินความต้องการ (Over production) เกิดจากการเก็บสต๊อกมากเกินไป ซึ่งต้องพิจารณาความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก

3. ความสูญเปล่าจากการรอคอย / ความล่าช้า (Waiting time/delay) เช่น เครื่องจักรเสียทำให้พนักงานว่างงาน

4. ความสูญเปล่าจากการเก็บวัสดุคงคลังมากเกินไป (Excessive Inventory) สั่งวัสดุปริมาณมากแต่มีการใช้น้อย ดังนั้นการสั่งซื้อต้องมีเหตุผลในการสั่งและประหยัด ต้องสั่งตามจำนวน

5. ความสูญเปล่าจากการขนย้ายที่ไม่จำเป็น (Unnecessary Transport) จึงควรมีวิธีการขนย้ายที่เหมาะสมและถูกวิธีหรือไม่ ต้องมีวิธีการที่ดีและจำเป็นต้องขนย้าย

6. ความสูญเปล่าจากกระบวนการผลิตที่ไร้ประสิทธิภาพ (Ineffective Process) โรงงานใหม่ที่ตั้งมาแล้ว มีการลงทุนสูงกว่า เขาสามารถพัฒนาขีดความสามารถทุกเรื่องให้ดีกว่าโรงงานเก่า ๆ นักลงทุนใหม่จึงเกิดขึ้นมาเรื่อย ๆ พร้อมคู่แข่งของโรงงานเก่า

7. ความสูญเปล่าจากการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น (Unnecessary motion or action) ความเคลื่อนไหวต่าง ๆ มีส่วนช่วยให้เกิดความเมื่อยล้า ผลผลิตต่ำ จึงเกิดเทคนิคใหม่เรียกว่า Work Study เช่น การออกแบบโต๊ะทำงาน การจัดวางของ ที่ให้ออกแบบสะดวกสบายการทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้เพิ่มผลผลิตได้

8. ความสูญเปล่าจากการผลิตและใช้พลังงาน (Energy Wastes)

หลักการลดและควบคุมต้นทุนการผลิตในการดำเนินการลดและควบคุมต้นทุนการผลิตนั้นมีหลักการดังนี้

1. จัดตั้งคณะทำงาน เพื่อทำหน้าที่รับผิดชอบ ต้องมีคณะกรรมการในการทำงานทุกอย่าง

2. รณรงค์เพื่อสร้างจิตสำนึกและให้การศึกษาอบรมแก่พนักงานทุกระดับ หลังการทำงานต้องปิดไฟ และต้องทำอย่างต่อเนื่อง

3. จัดทำโครงการ/แผนการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต พร้อมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาดำเนินการอย่างชัดเจน เช่น แผนงานลดต้นทุนการใช้พลังงานและมีการกำหนดเป้าหมายด้วยว่าจะลงจำนวนเท่าไร

4. มีกระบวนการควบคุมที่สมบูรณ์ เพื่อตรวจสอบและประเมินผลการดำเนินงานทุกขั้นตอน

วงจรการควบคุม PDCA (Deming Cycle) ต้องมีการดำเนินการไปอย่างต่อเนื่อง

P (Plan) คือ การวางแผนงาน

D (Do) คือ การปฏิบัติวัดผล

C (Check) คือ การตรวจสอบ

A (Action) คือ การปรับปรุงแก้ไขและตั้งมาตรฐานในการทำงาน

วงจรการควบคุม PDCA (Deming Cycle) ต้องมีการดำเนินการไปอย่างต่อเนื่อง เมื่อเสร็จสิ้นแล้วต้องเริ่มทำใหม่ เพื่อให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยไม่หยุดนิ่ง

2.7 แนวคิดในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต

สำหรับแนวคิดในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิตนั้นจะต้องยึดหลักการคือ

1. ศึกษาวิเคราะห์และสำรวจสถานภาพปัจจุบันของต้นทุนการผลิต ต้นทุนหลัก ๆ คือ แรงงาน วัตถุดิบ โสหุ้ย เมื่อรู้ต้นทุนแล้วทำให้เราสามารถหาข้อบกพร่องแล้วหาวิธีลดต้นทุน

2. วิเคราะห์และชี้ชัดหาสาเหตุของต้นทุนสูญเปล่าที่เกิดขึ้นจากการผลิตสินค้านั้น ๆ ไฟฟ้าใช้มากที่สุดในกระบวนการผลิตในส่วนไหนที่ใช้ไฟฟ้าแล้วสูญเปล่าเป็นจำนวนเท่าไหร่

3. เน้นการลดและควบคุมต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าใช้จ่ายที่ไร้ประสิทธิภาพ มีความสูญเปล่าสูง ๆ และดำเนินการให้บรรลุผลสำเร็จ

4. ประยุกต์ใช้เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE Techniques)

เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรมในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต

เทคนิควิศวกรรมอุตสาหกรรมในการลดและควบคุมต้นทุนการผลิต ประกอบด้วย

1. เทคนิควิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) V E ต้องดูความสัมพันธ์ของ 3 ตัวแปร คุณค่า หน้าที่การทำงาน ลดต้นทุน (V / F / C)

2. เทคนิคการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ดำเนินการตามแนวคิดของมูส มี 6 ขั้นตอน

3. ขั้นตอนการเลือกโครงการหรือเป้าหมาย

4. การรวบรวมข้อมูล

5. การวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน

6. สร้างสรรค์ความคิดเพื่อปรับปรุง

7. ประเมินผลความคิด ประเมินถึงความเป็นไปได้

8. ขั้นตอนการพิสูจน์

หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านคุณภาพ ประกอบด้วยทุกฝ่าย เช่น /ฝ่ายการตลาดหากลยุทธ์ในการครองตลาด/ฝ่ายออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาด/ฝ่ายจัดซื้อต้องจัดหาวัตถุดิบให้มีมาตรฐานของวัตถุดิบ/ฝ่ายผลิตแรงงานมีการพัฒนาอบรม อยู่หรือไม่ / ฝ่ายควบคุมคุณภาพต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของสินค้าเป็นอย่างดีก่อนที่จะถึงมือลูกค้า/ฝ่ายจัดเก็บและส่งสินค้าเมื่อมีการจัดเก็บคุณภาพของสินค้ายังคงมีคุณภาพดีเช่นเดิม

1. เทคนิคการวางแผนและควบคุมการผลิต (Production Planning & Control)

2. เทคนิคการบริหารวัสดุคงคลัง (Inventory Management) มีการดำเนินการบริหารวัสดุคงคลัง การผลิตดีมีคุณภาพ การขายต้องดีด้วย ไม่ใช่เพียงแค่เน้นลูกค้าอย่างเดียว

3. เทคนิคการศึกษางาน (Work Study) หลักการที่จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ Work Smart ไม่ต้องเสียกำลังมากด้วยวิธีการง่าย ๆ การศึกษางานจะช่วยได้ โดยจะพิจารณาจากวิธีการทำงานของพนักงานแต่ละคน ว่าทำงานดีขึ้นโดยใช้เวลาน้อยลง แต่ผลงานมากขึ้น เทคนิคศึกษางานนี้ช่วยให้นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดี เกิดความสำเร็จขึ้นมา มีทัศนคติที่ดี แก้ไขได้

4. เทคนิคการบริหารงานบำรุงรักษา (Maintenance Management) โรงงานหลายแห่งมีปัญหาเครื่องจักรเสียบ่อย เรามีวิธีการบำรุงรักษาแบบไหน มีการวางแผนล่วงหน้าหรือไม่ มีวิธีการป้องกันหรือไม่ มีการซ่อมเปลี่ยนอะไหล่เครื่องจักรเป็นไปตามคู่มือหรือไม่ คู่มือสำคัญให้เป็นไปตามการซ่อมบำรุง คนที่รับผิดชอบต้องดูแล Fix Time Maintenance เป็นเรื่องสำคัญ Condition Base Maintenance สำคัญเช่นกัน ซึ่งจะไม่ทำให้แผนการผลิตเสียหาย

5. เทคนิคการประหยัดพลังงาน (Energy Saving) เป็นเทคนิคที่สำคัญยิ่ง ในการลดต้นทุน เช่น อาจจะมีการว่าจ้างที่ปรึกษาการประหยัดพลังงาน มาเขียนแผนและมีการดำเนินการอย่างเป็นระบบ บางครั้งอาจจะไม่ต้องลงทุน แต่ใช้จิตสำนึกแทน มีโครงการเพื่อการลดต้นทุนด้วยการประหยัดพลังงานของ SMEs ที่มีงบประมาณอุดหนุนอยู่ ซึ่งควรจะต้องให้ความสนใจเพราะการประหยัดพลังงานเป็นหัวใจหนึ่งที่จะช่วยลดต้นทุนได้เป็นอย่างดี

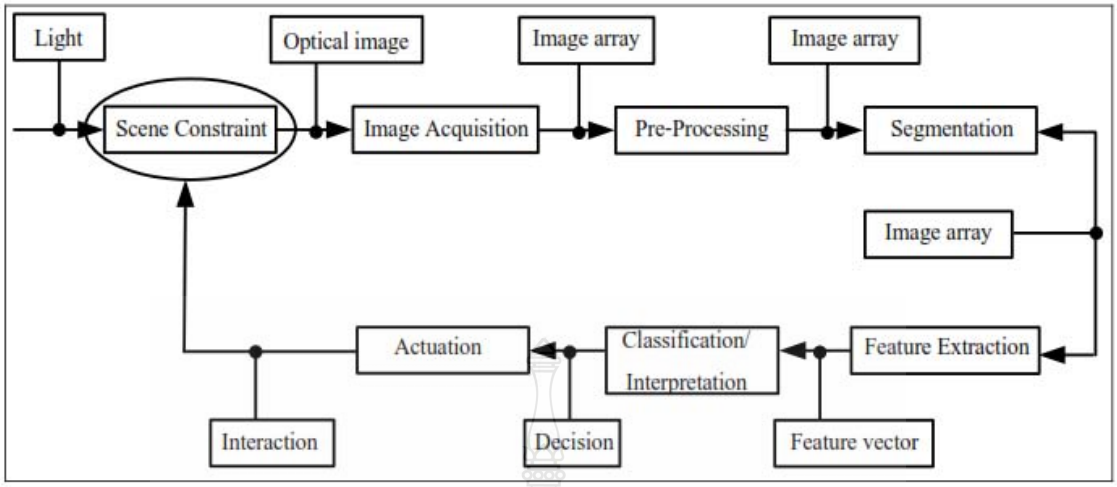
2.8 ระบบการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ (Vision System)

ระบบมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์เป็นวิธีการที่ทำให้อุปกรณ์ประมวลผลต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ประมวลสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal Processor, DSP) มีความสามารถในการ “รับรู้” ภาพ ซึ่งรวมทั้งการทำให้อุปกรณ์ประมวลผลนั้น ๆ สามารถตัดสินใจและสั่งงานกลไกส่วนต่าง ๆ ได้จากข้อมูลที่ได้จากภาพหรือกลุ่มของภาพนั้น ๆ (Kiatpanichagij, K., 2007) ได้กล่าวไว้ว่าจุดมุ่งหมายสูงสุดของระบบมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ คือทำให้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ประมวลผลต่าง ๆ มีความสามารถให้ได้เทียบเท่ากับระบบการมองเห็นของมนุษย์ที่มีวิวัฒนาการต่อเนื่องกันมาหลายสิบล้านปี อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีในปัจจุบันยังคงไม่สามารถทำให้เครื่องจักรสามารถ “มองเห็นและรับรู้” ได้เทียบเท่ากับความสามารถของมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่นผู้อ่านที่เป็นมนุษย์ที่มีสภาพร่างกายปกติจะสามารถแยกแยะสิ่งของที่ต้องการจากกองสิ่งของหลาย ๆ อย่างได้หรือสามารถแยกแยะหน้าคนที่คุ้นเคยได้จากกลุ่มคนที่อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีฝนตกหรือหมอกลงจัด การทำกิจกรรมดังกล่าวนั้นผู้อ่านจะสามารถทำได้โดยแทบจะไม่ต้องใช้ความพยายามมากเท่าไรนัก นอกจากจะต้องใช้ความพยายามเป็นอย่างมากแล้วยังต้องใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างกันระหว่างการทำงานของอุปกรณ์ประมวลผลและสมองของมนุษย์ที่

แม้ว่าอุปกรณ์ประมวลผลจะมีความเร็วในการประมวลผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าสมองของมนุษย์มาก ดังจะเห็นได้ง่าย ๆ จากการบวกเลข 20 หลักเข้าด้วยกันจะพบว่าคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันหรือแม้กระทั่งเครื่องคิดเลขธรรมดาทั่วไป จะสามารถทำงานดังกล่าวได้โดยใช้เวลาเพียงเศษเสี้ยววินาทีเท่านั้น ซึ่งต่างกับสมองของมนุษย์ที่เป็นหน่วยประมวลผลอย่างง่าย ๆ อย่างไรก็ตามเนื่องจากหน่วยย่อย ๆ ของสมองมนุษย์เหล่านี้มีจำนวนมากมายมหาศาลและทำงานไปพร้อม ๆ กัน (Parallel Processing) แทนที่จะทำงานทีละขั้นตอน (Serial Processing) ซึ่งเป็นวิธีการทำงานของอุปกรณ์ประมวลผลที่มีอยู่ในปัจจุบัน จึงทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของสมองมนุษย์สูงกว่าอุปกรณ์ประมวลผลที่อยู่ในปัจจุบันเป็นอย่างมาก

ระบบตรวจสอบชิ้นงานด้วยภาพแบบอัตโนมัติเป็นการนำเอาความรู้การมองด้วยคอมพิวเตอร์ไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีหัวข้อในการตรวจสอบอยู่หลาย ๆ หัวข้อด้วยกัน เช่น การตรวจสอบการปนเปื้อนบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์การผิดเพี้ยนของสีของผลิตภัณฑ์ (Discoloring) การนับจำนวนชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่อยู่บนผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ซึ่งผลของการตรวจสอบดังกล่าวอาจจะใช้เพื่อคัดแยกงานดีออกจากงานเสีย หรือใช้เพื่อคัดเลือกเกรดของชิ้นงานก็ได้เช่นกัน และจากความต้องการจากด้านอุตสาหกรรมที่ต้องการระบบที่สามารถทำงานได้รวดเร็วมากที่สุด ทำให้การทำงานของระบบอัตโนมัติซึ่งโดยหลักแล้วก็คือ การทำงานของโปรแกรมที่อยู่ในตัวอุปกรณ์ประมวลผลจะต้องใช้เวลาที่สั้นที่สุด ดังนั้นวิธีการคำนวณต่าง ๆ จะต้องใช้เวลาให้น้อยที่สุด นอกจากนั้นความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในผู้ที่ปฏิบัติงานกับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ มาก่อน จะต้องถูกนำมาใช้เพื่อช่วยให้ระบบสามารถตัดการคำนวณที่ไม่จำเป็นออกไปให้ได้มากที่สุด ซึ่งขั้นตอนและส่วนประกอบโดยทั่วไปของระบบการมองด้วยคอมพิวเตอร์ โดยขั้นตอนและส่วนประกอบของระบบการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์รวมถึงระบบประมวลผลด้วยภาพ ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. เริ่มถ่ายภาพ
2. การแยกภาพ
3. การดึงลักษณะเฉพาะ
4. การแยกภาพเป็นหมู่
5. การตรวจสอบรายละเอียด
6. ควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของ Vision System

2.8.1 การจัดสภาพแวดล้อม (Scene Constraint)

จุดมุ่งหมายหลักของการจัดสภาพแวดล้อม คือ เพื่อลดความซับซ้อนในการประมวลผลให้มากที่สุด ทั้งนี้ก็เนื่องจากความสามารถของการมองเห็นและรับรู้ ของอุปกรณ์ประมวลผลมีอยู่อย่างจำกัด เราจึงต้องช่วยลดความยุ่งยากของการประมวลผล (Kiatpanichagij, K., 2007) ซึ่งเราสามารถทำได้หลายวิธีร่วมกันยกตัวอย่างเช่น

1) การจัดการกับชิ้นงาน ชิ้นงานแต่ละชิ้นที่จะถูกป้อนให้กับระบบตรวจสอบจะต้องถูกจัดให้วางตัวในทิศทางเดียวกัน

2) ระยะห่างระหว่างกล้องหรือเลนส์ถึงวัตถุและทิศทางของกล้อง ตัวแปรเหล่านี้จะต้องถูกกำหนดไว้ตายตัว มิฉะนั้นแล้วการวัดขนาดของชิ้นส่วนต่าง ๆ ซึ่งจัดเป็นการตรวจสอบพื้นฐานของการตรวจสอบชิ้นงานก่อนจะทำการตรวจสอบในหัวข้ออื่น ๆ ก็จะผิดเพี้ยน

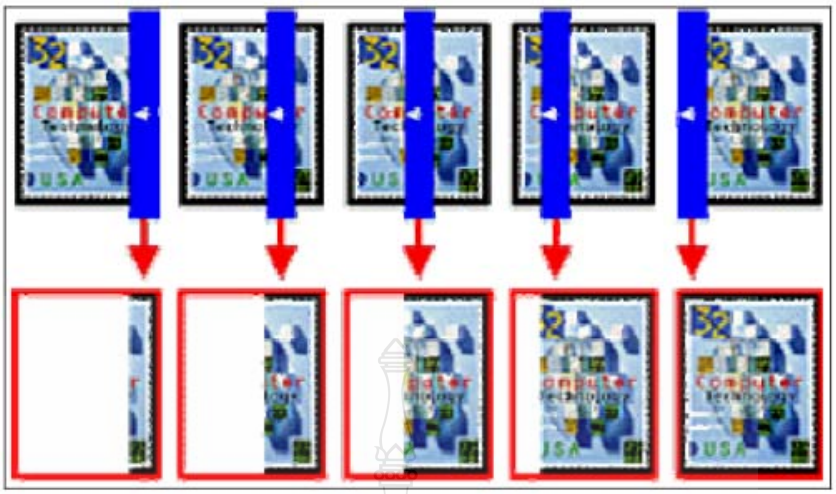
3) การจัดการเรื่องแสง แสงจัดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก จำเป็นจะต้องพิจารณาทั้งเรื่องการเลือกใช้แหล่งกำเนิดแสง การกระเจิงของแสง และคุณสมบัติอื่น ๆ สำหรับการตรวจสอบชิ้นงาน

นอกไปจากการจัดสภาพแวดล้อมในการทำงานให้กับระบบตรวจสอบชิ้นส่วนจากภาพแบบอัตโนมัติแล้ว งานบางประเภทอาจจะต้องมีการใช้ภาพจากกล้องหลาย ๆ ตัวเพื่อใช้ตรวจสอบชิ้นงานจากหลาย ๆ มุมมอง บางกรณีอาจจะเป็นการใช้กล้องเพียงตัวเดียว แต่ตัวกล้องสามารถเคลื่อนที่ไปตามส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงานได้ และสำหรับบางกรณีอาจจะมีการเก็บภาพของวัตถุเดียวกันที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงหลาย ๆ แหล่งหลาย ๆ ประเภทก็เป็นได้

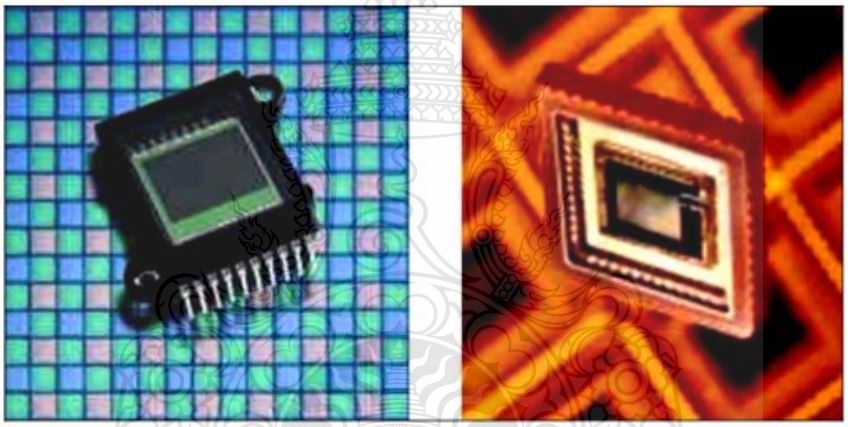
2.8.2 การดึงข้อมูลภาพ (Image Acquisition)

กระบวนการดึงข้อมูลภาพ คือ กระบวนการที่เริ่มตั้งแต่การถ่ายภาพโดยกล้อง ตลอดจนถึงการดึงภาพซึ่งเป็นข้อมูลที่อยู่ในกล้องมาสู่คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ประมวลผล เพื่อที่จะได้ประมวลผลและตัดสินใจสั่งงานจากผลที่ได้ต่อไป กระบวนการดังกล่าวมีรายละเอียดปลีกย่อยที่สำคัญดังนี้ (Kiatpanichagij, K., 2007)

1) ประเภทของกล้องในปัจจุบันนั้นจะเป็นกล้องดิจิตอลโดยใช้อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่เรียกกันว่า เซ็นเซอร์รับภาพเพื่อใช้ในการรับภาพ ซึ่งจะประกอบด้วยไดโอดที่มีความไวต่อแสงเรียงตัวกันอยู่เป็นจำนวนมาก ทันทีทันใดที่แสงมีการตกกระทบไดโอดเหล่านั้น ไดโอดแต่ละตัวก็จะทำการจดจำความเข้มแสงหรือความส่องสว่างของแสงที่ตกกระทบไดโอดแต่ละตัวไว้โดยปริมาณประจุไฟฟ้าที่สะสมอยู่ในตัวไดโอดจะแปรผันกับแรงดันตกคร่อมตัวไดโอดนั้น จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มของแสงที่ตกกระทบ ซึ่งความเข้มแสงที่ได้จดจำไว้ในไดโอดแต่ละตัว จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปข้อมูลที่เป็นดิจิตอลและเก็บไว้ในหน่วยความจำที่อยู่ในตัวกล้อง เพื่อรอส่งให้อุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกกล้องต่อไป กล้องสำหรับงานตรวจสอบชิ้นงาน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ กล้องประเภท Area Scan และกล้องประเภท Line Scan ข้อแตกต่างระหว่างกล้องทั้ง 2 ประเภทนั้น คือ กล้องประเภท Line Scan นั้นเซลล์รับภาพสำหรับรับความเข้มแสงจะเรียงตัวเป็นแถวยาว ทำให้การที่จะสามารถจับภาพได้กล้องจะต้องมีการเคลื่อนที่สัมพัทธ์กับวัตถุ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.2 ข้อดีของกล้องประเภทนี้คือ จะให้ความละเอียดของภาพสูง ส่วนกล้องประเภท Area Scan เซลล์รับภาพจะมีการเรียงตัวกันอยู่ในพื้นที่ซึ่งเซลล์แต่ละเซลล์จะทำการแปลงค่าความเข้มแสงออกมาเป็นค่าตัวเลขในเวลาพร้อม ๆ กัน กล้องประเภทนี้สามารถนำไปใช้ได้อย่างสะดวกง่ายดาย โดยที่ไม่จำเป็นต้องออกแบบให้มีการเคลื่อนไหวสัมพัทธ์ระหว่างตัวกล้องกับชิ้นงาน จึงทำให้กล้องชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวาง ตัวอย่างของเซ็นเซอร์รับภาพของกล้องแบบ Area Scan นั้นดังแสดงในภาพที่ 2.3

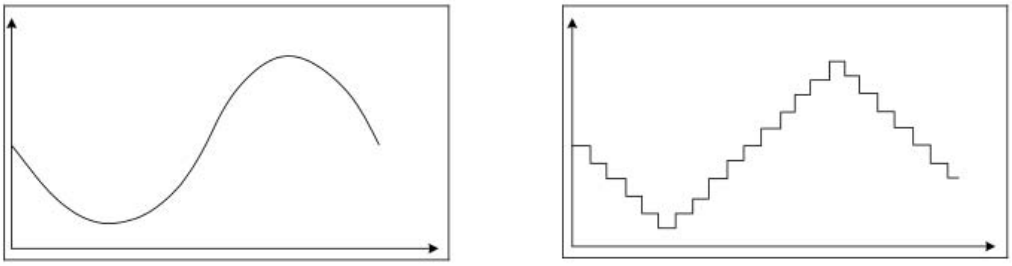


ภาพที่ 2.2 แสดงการทำงานของกล้องประเภท Line Scan / Area Scan



ภาพที่ 2.3 แสดงเซ็นเซอร์รับภาพของกล้องประเภท area scan ของกล้องถ่ายภาพ gray scale และ ของกล้องถ่ายภาพสี

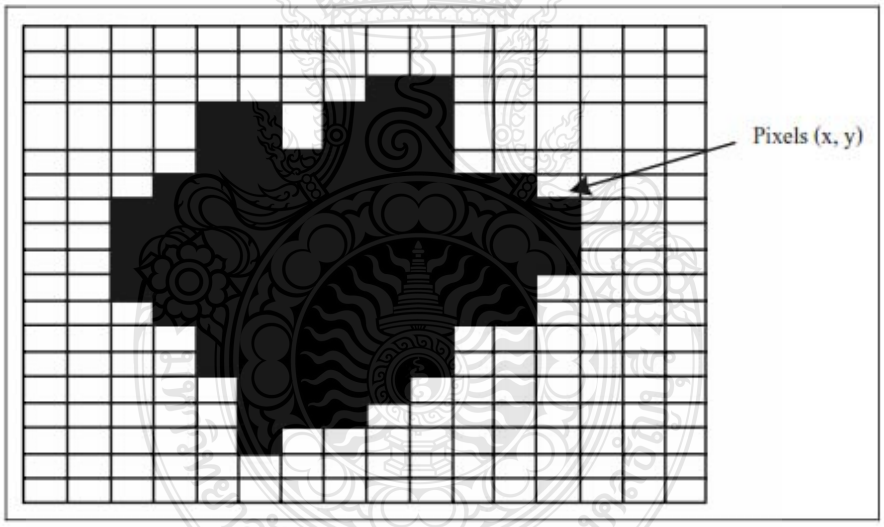
2) ภาพที่อุปกรณ์ประมวลผลมองเห็น ซึ่งจะประกอบด้วยเซลล์รับภาพ (Pixel) จำนวนมาก เซลล์รับภาพแต่ละเซลล์จะทำหน้าที่แปลงความเข้มแสง ให้อยู่ในรูปของค่าสัญญาณแรงดันไฟฟ้าซึ่งจะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลอีกทีหนึ่ง ภาพที่ได้มาจากระบบอนาล็อกนั้นยังเป็นภาพแบบต่อเนื่อง ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลได้ ต้องทำการแปลงให้เป็นภาพเชิงตัวเลขเสียก่อนด้วยวิธีการ Digitization ซึ่งเป็น ฟังก์ชันต่อเนื่อง f (x,y) เพื่อที่จะสามารถนำมาประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ก. การแปลงภาพแบบต่อเนื่อง ข. การแปลงภาพเชิงตัวเลข

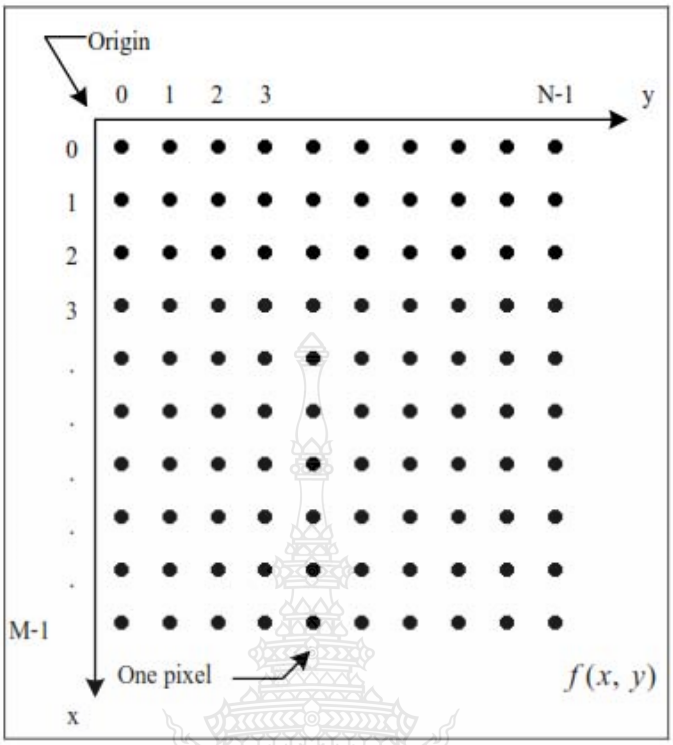
ภาพที่ 2.4 การแปลงภาพแบบต่อเนื่องและการแปลงเป็นภาพเชิงตัวเลขจากวิธีการ digitization

โดยการแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล ข้อมูลภาพเป็นข้อมูลที่ถูกดัดแปลงจากภาพแบบต่อเนื่องให้อยู่ในรูปตัวเลข ด้วยวิธีการ Digitization จะถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ที่เรียกว่า Pixels โดยแต่ละ Pixels จะใช้ (x,y) ในการระบุตำแหน่ง การแสดงข้อมูลสามารถแสดงได้ในรูปของ Matrix (สิทธิโชค ยอดระยับ, 2550) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างภาพและ pixels matrix



ภาพที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างภาพกับ Pixels Matrix

ค่าของ Pixels ณ จุดใด ๆ จะแสดงค่าความเข้มของแสง ซึ่งมีได้หลายระดับ ถ้ามี 2 ระดับ เป็นไปได้ คือ 0 กับ 1 ถ้าแยกระดับแสงออกมาจะเป็นมาสี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (ระบบสี RGB) อยู่ซ้อนกันในหนึ่ง Pixel กรณีภาพนั้นเป็นภาพขาวดำขนาด 8 บิต จะมีความยาว N หรือเทียบเท่ากับ 256 คือค่า 0 ถึง 255 หมายถึงระดับความละเอียดของภาพ (Gonzales, et al., 2004)



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการแสดงค่า Pixels Matrix

สำหรับภาพ Gray Scale ที่อุปกรณ์ประมวลผลมองเห็น มีลักษณะเป็นอาร์เรย์ 2 มิติโดยค่าแต่ละช่องของอาร์เรย์จะแทนความเข้มแสงซึ่งจะเป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Value) เนื่องจากเป็นการทำงานของอุปกรณ์ดิจิตอลซึ่งจะเป็นการสุ่มขนาดของความเข้มแสงที่ตกกระทบ (Amplitude Sampling) และโดยทั่วไปค่าความเข้มแสงนี้จะมีค่าระหว่าง 0-255 เท่านั้น เมื่อนำค่าใน Pixels Matrix f (x,y) มาแสดงในรูปของ Matrix จะได้ดังสมการที่ 2.1 ซึ่งเป็นตัวอย่างภาพที่มีจำนวนแถวหรือความสูงของภาพเท่ากับ M แถว และมีจำนวนหลักหรือความกว้างของภาพเท่ากับ N หลัก

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} (0,0) & (0,1) & . & . & (0,N-1) \\ (1,0) & (1,1) & . & . & (1,N-1) \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ (M-1,0) & (M-1,1) & . & . & (M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

เมื่อ f (x,y) คือ ค่าความเข้มของแสงในแถว M และหลัก N ของเซ็นเซอร์รับภาพซึ่งเป็นค่าไม่ต่อเนื่อง

สำหรับกรณีของภาพสีนั้น ข้อมูลของภาพจะเป็นอาร์เรย์ 2 มิติ จำนวน 3 อาร์เรย์ ด้วยกัน และโดยทั่วไปอาร์เรย์เหล่านี้ จะเก็บค่าความเข้มของสีแดง เขียว น้ำเงิน ตามลำดับ ซึ่งแต่ละช่องอาร์เรย์เหล่านี้ก็จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 เช่นกัน ดังนั้นการแทนสีที่เกิดขึ้นจริงตามธรรมชาติของอุปกรณ์ประมวลผล จะแทนด้วยค่าความเข้มสี ณ ตำแหน่งเดียวกันของอาร์เรย์ทั้งสามมาผสมกันสำหรับในทางปฏิบัตินั้น หากพิจารณาในแง่ของโปรแกรมการส่งข้อมูลภาพจากกล้องมาสู่คอมพิวเตอร์ จะไม่ได้อยู่ในรูปอาร์เรย์ 2 มิติ แต่จะอยู่ในรูป Byte Stream ที่เป็นข้อมูลที่มีความต่อเนื่องเรียงกัน ดังนั้นโปรแกรมจะต้องจัดเรียงข้อมูลที่มีความต่อเนื่องกันเหล่านี้ให้อยู่ในรูปอาร์เรย์ 2 มิติเสียก่อน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการอ้างอิงตำแหน่งของข้อมูลของกระบวนการต่อไปนั่นเอง

อุมาวดี วงษ์มิตร (2551) ได้อธิบายไว้ว่าวัตถุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ทั้งที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตและไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ในศาสตร์ของการประมวลภาพนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยมเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำ และการแสดงภาพออกทางอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรอาร์เรย์ เนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก M x N x g เมื่อ g เป็นจำนวนเต็มที่แทนจำนวนบิตของข้อมูลในแต่ละจุดภพ ตัวอย่างถ้า g มีค่าเท่ากับ 8 บิตเราจะสามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปสูงสุด 256 ระดับ ค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไปในระบบ VGA (video graphic array) จะมีขนาด 640 x 480 800 x 600 และ 1024 x 768 จุดเป็นต้น การกำหนดความละเอียดจะขึ้นอยู่กับงานที่จะใช้ ในงานบางอย่างใช้ความละเอียดแค่ 30 x 50 จุด ก็พอแล้วแต่ในงานบางชนิด ใช้ความละเอียดถึง 1000 x 1000 จุด ก็ยังไม่พอจำนวนสีสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของบิตต่อจุดมากขึ้น จะทำให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น

1 บิต = 2^1 = 4 สี

2 บิต = 2^2 = 4 สี

4 บิต = 2^3 = 16 สี

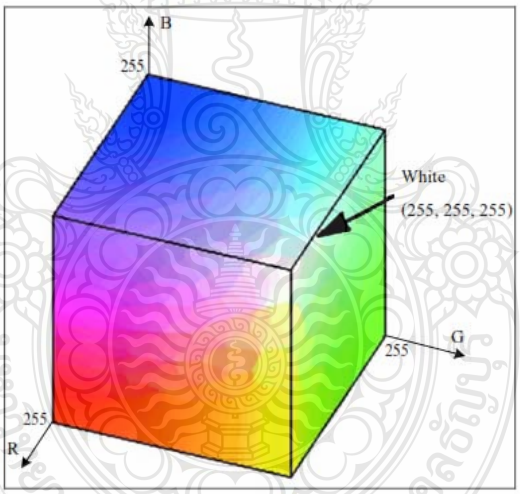
8 บิต = 2^4 = 256 สี

16 บิต = 2^5 = 65536 สี เป็นต้น

สำหรับการแสดงข้อมูลภาพที่มีขนาด 1 บิตและ 8 บิตนั้นจะมีการทำงานที่จะใกล้เคียงกัน เนื่องจากหน่วยประมวลผลจะไม่สามารถจัดการกับข้อมูลที่เป็นบิตเดี่ยว ๆ ได้ดังนั้นในการแสดง

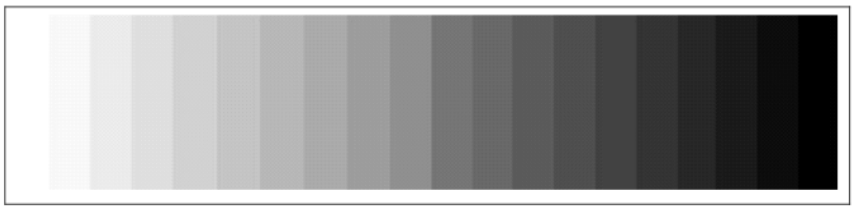
ข้อมูลออกทางจอภาพตัวโปรเซสเซอร์จะทำการก็อปปี้ข้อมูลทั้ง 8 บิต (1 byte) ส่งให้กับจอภาพซึ่งในกรณีที่ pixel มีขนาด 1 บิต เมื่อโปรเซสเซอร์จะทำงานกับบิตแรกที่ต้องการแล้วก็จะทำการก็อปปี้ข้อมูลชุดใหม่ทันทีโดยที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือส่วนในกรณี pixel ที่มีขนาด 8 บิต โปรเซสเซอร์จะทำการก็อปปี้ข้อมูลจุดใหม่ก็ต่อเมื่อโปรเซสเซอร์ทำงานกับทุกบิตแล้วตัวอย่าง สำหรับระบบที่มีความละเอียดเท่ากับ 800 x 600 และมีขนาด 16 บิตต่อ pixel จะสามารถแสดงสีได้ทั้งหมด 65536 ระดับ และต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บเท่ากับ 800 x 600 x 16 บิต

3) ระบบสี (color model) มาตรฐานของสีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายระบบด้วยกันทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ แต่โดยทั่วไปแล้วทุกมาตรฐานจะมีแนวคิดเดียวกันคือ การแทนจุดสีด้วยจุดที่อยู่ภายในช่องว่าง 3 มิติ โดยจะมีแกนอ้างอิงสำหรับจุดสีนั้นในช่องว่างซึ่งแต่ละแกนจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ตัวอย่างเช่น (Rafael, 1993) ในระบบ RGB จะมีแกนสีคือ แกนสีแดง เขียว และน้ำเงิน เมื่อนำแม่สีเหล่านี้มาผสมกันก็จะได้ผลลัพธ์เป็นสีอื่น ดังภาพที่ 2.7 ในระบบ HLS จะมีแกนเป็นค่าสี (hue) ความสว่าง (lightness) และความบริสุทธิ์ของสี (saturation) ตัวอย่างระบบสีที่นิยมใช้กันได้แก่ ระบบ RGB HSV (hue saturation value) และ HLS (hue lightness saturation)



ภาพที่ 2.7 แสดงระบบสี RGB

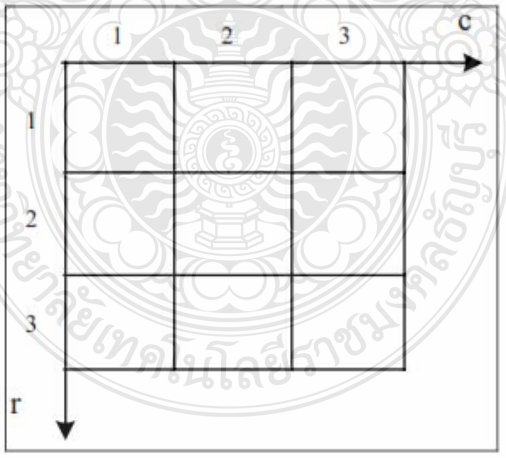
ระบบสี grayscale คือระบบที่มีค่าของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินเท่ากัน ภาพจึงออกมาในโทนสีขาวดำ ดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ระบบสีแบบ grayscale

การแปลงระบบสี RGB เป็นระบบสี grayscale นั้นจะทำการคิดคำนวณค่าในแต่ละ จุดสี โดยแทนค่า RGB ทั้งสามค่าใหม่ตามสมการที่ 2.2 เมื่อค่าของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเท่ากันหมดแล้วจึงได้เป็นสีแบบ grayscale

4) ลักษณะและความหมายของพิกเซลในโลกของภาพกราฟิกที่ถูกใช้ในงานคอมพิวเตอร์ หน่วยพิกเซล ถือเป็นหน่วยย่อยเล็กที่สุดของรูปภาพ ซึ่งเป็นจุดเล็ก ๆ ที่รวมกันทำให้เกิดเป็นภาพ ภาพหนึ่งจะประกอบด้วยจำนวนพิกเซลหรือจุดมากมายซึ่งในแต่ละภาพที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของจุดหรือพิกเซลเหล่านี้ที่แตกต่างกันไป ความหนาแน่นของจุดนี้เป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ โดยมีหน่วยเป็น PPI (pixel per inch) คือ จำนวนจุดต่อนิ้ว ซึ่งพิกเซลมีความสำคัญต่อการสร้างภาพของคอมพิวเตอร์มาก เพราะทุกส่วนของภาพกราฟิก เช่น จุด เส้น แบบ ลาย และสีของภาพนั้นเริ่มจากพิกเซลทั้งสิ้น เมื่อเราขยายภาพก็จะเห็นเป็นภาพจุด โดยปกติแล้วภาพที่มีความละเอียดสูงหรือคุณภาพดีควรจะมีค่าความละเอียด 300 x 300 PPI ขึ้นไป ยิ่งค่า PPI สูงขึ้นเท่าไร ภาพก็จะมีความละเอียดคมชัดมากขึ้นเท่านั้น ในทำนองเดียวกันจุดหรือพิกเซลแต่ละจุดก็จะแสดงคุณสมบัติทางสีให้แก่ภาพด้วย โดยแต่ละจุดจะเป็นตัวสร้างสีประกอบรวมกันเป็นภาพ ซึ่งอาจมีขนาดความเข้มและสีที่แตกต่างกันได้ ทำให้เกิดเป็นภาพที่มีสีสันต่าง ๆ ตัวอย่างการแสดงผลของอุปกรณ์แสดงผล (output devices) เช่น เครื่องพิมพ์แบบ dot matrix หรือแบบ laser รวมทั้งจอภาพจะเป็นการแสดงผลแบบ raster devices นั่นคือ อาศัยการรวมกันของ pixel แสดงออกมาเป็นภาพ



ภาพที่ 2.9 พิกัดของระบบภาพดิจิตอล

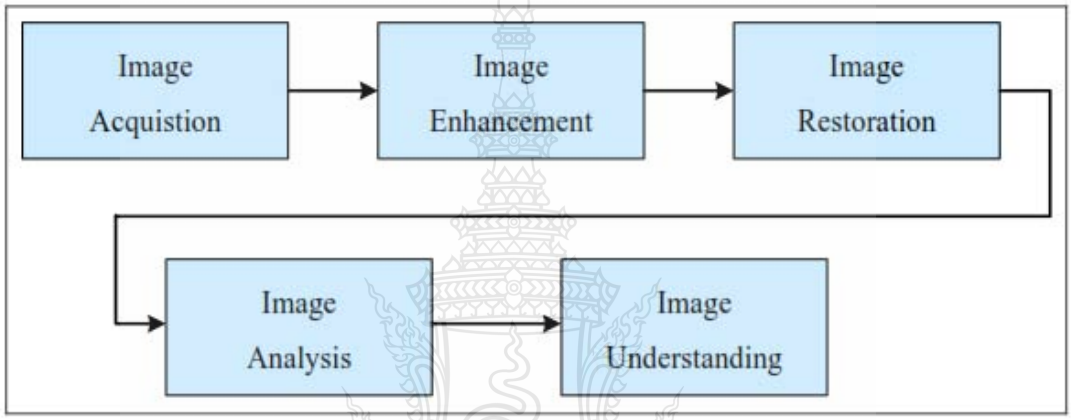
2.8.3 การประมวลผลภาพ

มนตรี กาญจนะเดชะ (2545) ได้กล่าวไว้ว่า การมองเห็นของมนุษย์เป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นกลไกการรับภาพที่ซับซ้อนอย่างหนึ่ง ซึ่งจะให้ข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับใช้ในงานได้ง่าย ตัวอย่างเช่น การจดจำวัตถุ และสำหรับงานที่มีความซับซ้อน ได้แก่ การวางแผน การตัดสินใจ การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ การพัฒนาทางด้านความคิด ดังคำสุภาษิตของจีนกล่าวไว้ว่า “รูปภาพสามารถแทนคำได้เป็นพัน ๆ คำ” รูปภาพมีบทบาทมากสำหรับองค์กรต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ซึ่งใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนเป็นสื่อนำเสนอข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ สิ่งที่น่าสนใจของข้อมูลที่เกี่ยวกับการมองเห็นหรือข้อมูลภาพนั้นก็คือกระบวนการประมวลผลภาพ (image processing) โดยใช้ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ ความพยายามทางด้านการประมวลผลภาพได้เริ่มต้นขึ้นในปี 1964 ณ ห้องทดลอง Jet Propulsion (Pasasena California) ซึ่งได้นำกระบวนการประมวลผลภาพมาใช้ในการพิจารณาถ่ายดาวเทียมของดวงจันทร์ ต่อมาได้มีการตั้งสาขาทางวิทยาศาสตร์สาขาใหม่มีชื่อว่าการประมวลผลภาพดิจิตอล หลังจากนั้นงานทางด้านการประมวลผลภาพก็พัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ และใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับงานในหลาย ๆ ด้าน ตัวอย่างเช่นทางได้สื่อสารโทรคมนาคม การสื่อสารทางโทรทัศน์ ทางด้านการพิมพ์ ทางด้านกราฟิก การแพทย์ และการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ (วนัสนันท์ ทองทรงกฤษณ์, 2547) กล่าวไว้ว่าการประมวลผลภาพดิจิตอลเป็นซับคลาส (subclass) ของการประมวลผลสัญญาณ กล่าวคือ การประมวลผลสัญญาณภาพ ดิจิตอลเป็นการประมวลผลสัญญาณที่มีอินพุตของระบบเป็นภาพเท่านั้นโดยวัตถุประสงค์ของการประมวลผลภาพแบ่งออกเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ การปรับปรุงคุณภาพเพื่อให้มนุษย์สามารถมองเห็นรายละเอียดของภาพได้ชัดเจนมากขึ้น และเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถตีความภาพได้ซึ่งการประมวลผลภาพดิจิตอลจะเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอลซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้จัดผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้ในระบบของดิจิตอลอินพุตและเอาท์พุตของระบบจะอยู่ในรูปแบบดิจิตอลเท่านั้น

โดย digital image analysis จะเกี่ยวกับวิธีการอธิบายและการจดจำข้อมูลภาพดิจิตอล ซึ่งอินพุตของระบบจะเป็นข้อมูลภาพดิจิตอลและเอาท์พุตจะเป็นเครื่องหมายที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิตอลเหล่านั้น ในการวิเคราะห์ภาพมีอยู่หลายวิธีด้วยกันที่ได้นำมาจากการทำงานของตามนุษย์ (human vision) นั่นก็คืองานทางด้าน computer vision เป็นลักษณะเดียวกับ digital image analysis นั่นเอง โดยการมองเห็นของมนุษย์นับว่าเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งลักษณะเทคนิคโดยทั่ว ๆ ไปในกระบวนการ digital image analysis และ computer vision จะค่อนข้างซับซ้อนเช่นกัน

2.8.4 การประมวลผลภาพดิจิตอล

การประมวลผลภาพดิจิตอลเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอลซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ภาพดิจิตอลซึ่งเป็นภาพที่ประกอบด้วยจุดภาพเล็ก ๆ จำนวนมากเรียกว่าพิกเซล โดยจะใช้ตัวเลขแทนค่าของระดับสีหรือระดับความสว่างของในแต่ละพิกเซล ซึ่งสามารถที่จะปรับแต่งเพื่อแสดงผลภาพตามต้องการได้ ดังนั้นภาพดิจิตอลจึงมีข้อดีตรงที่สามารถนำมาประมวลผลและปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลด้วยกระบวนการต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้ (Rafael, Gonzalez, and Richard, 1993)



ภาพที่ 2.10 แสดงกระบวนการทางการประมวลผลภาพ

การแบ่งชั้นการประมวลผลภาพตามกระบวนการ

1) Image representation และ image modeling คือ การสร้างภาพในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2) Image enhancement คือ การปรับปรุงคุณภาพของภาพเพื่อแสดงผลผ่านจอโดยไม่เปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในภาพ

3) Image restoration คือ การปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยใช้ข้อมูลที่ทราบสาเหตุ (minimize or remove known degradation) เช่น noise filtering หรือ correction of geometric distortion

4) Image analysis คือ การอธิบายลักษณะต่าง ๆ ในภาพ เช่น ขนาด หรือ การหมุนของวัตถุในภาพ

5) Image reconstruction from projection คือ การจำลองเรขาคณิตของการเกิดภาพจาก sensor

6) Image data compression คือ การบีบอัดขนาดของภาพซึ่งมีขนาดใหญ่มากโดยคงคุณภาพ

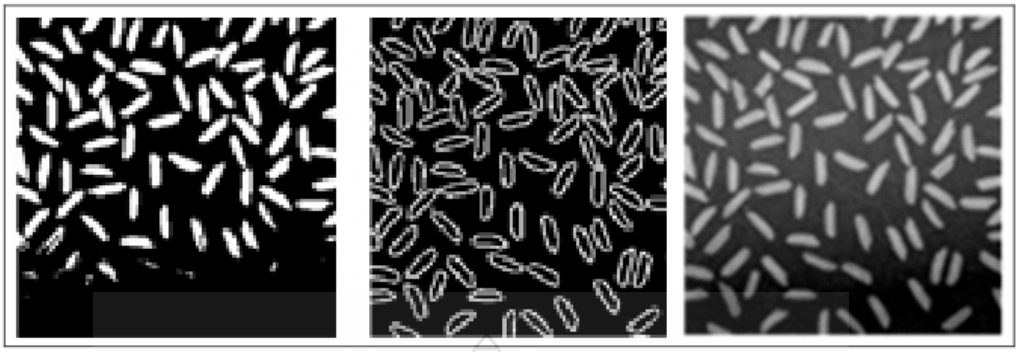
2.8.5 การแยกบริเวณ (segmentation)

กระบวนการนี้เป็นการแยกบริเวณของภาพที่มีลักษณะร่วมกันออกเป็นส่วน ๆ ซึ่งก็คือการพิจารณาว่าพิกเซลที่กำลังพิจารณาอยู่นั้น จัดเป็นของวัตถุใดที่อยู่ในภาพ หรือบริเวณใดที่จัดเป็นฉากหลังนอกจากนั้นยังต้องมีการคำนึงถึง การเก็บข้อมูลของวัตถุที่แยกออกมาให้อยู่ในรูปแบบใดจึงจะเหมาะสม สำหรับกระบวนการแยกภาพนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ

1. การแยกบริเวณโดยการใช้ค่า threshold ค่า threshold เป็นค่าที่เป็นจำนวนเต็มที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 255 เช่นเดียวกับค่าความเข้มแสงของพิกเซลที่อยู่ในภาพ สำหรับการแยกบริเวณโดยใช้ค่า threshold นั้น จะเป็นการแปลงภาพ gray scale ให้เปลี่ยนเป็นภาพที่มีเพียงสองระดับ (binary image) โดยการใช้เงื่อนไขว่าถ้าความเข้มแสงที่พิกเซลตำแหน่งใดมีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่า threshold ให้พิกเซลในตำแหน่งนั้นมีค่าเป็น 0 หรือเปลี่ยนเป็นด้านมืดไป และถ้าพิกเซลใดมีค่าสูงกว่าค่า threshold ให้พิกเซลนั้นมีค่าเป็น 255 หรือเปลี่ยนเป็นด้านสว่างไป ซึ่งการแยกบริเวณด้วย threshold นี้ยังสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีด้วยกัน ได้แก่ การใช้ threshold ค่าเดียวกับภาพทั้งภาพ ซึ่งเรียกกันว่า global threshold และการแบ่งภาพออกเป็นภาพย่อยที่มีขนาดเล็ก ๆ ซึ่งแต่ละภาพก็จะมีค่า threshold เป็นของตัวเอง เรียกกันว่า local threshold

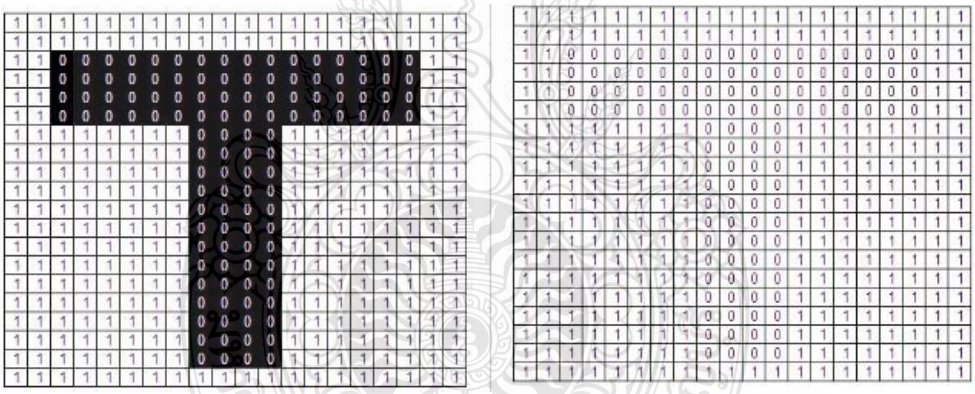
2. การแยกบริเวณโดยการใช้ขอบของวัตถุ (edge based segmentation) การแบ่งบริเวณโดยใช้วิธีนี้ จะต้องคำนวณหาขอบของวัตถุเสียก่อน ซึ่งขอบในความหมายของการประมวลผลภาพดิจิตอลนั้นคือ พิกเซลที่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงเกินค่าที่กำหนดนั้นเอง โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถตรวจจับได้โดยการใช้ตัวตรวจจับขอบที่มีอยู่หลากหลายชนิด ซึ่งผลของการแยกบริเวณออกเป็นส่วน ๆ ทั้งสองวิธีนั้น ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.11

ซึ่งเป็นลักษณะกลไกของการปิดกั้นสนามแม่เหล็กฟลักซ์แบบขนาน โดยพบว่าเส้นแรงของสนามจะมีลักษณะลู่ไปกับผิวของวัสดุ ทำให้ภายในส่วนปิดกั้นมีสนามแม่เหล็กลดลง นอกจากวัสดุมีความซึมซาบได้สูงแล้วการลดขนาดความเข้มสนามแม่เหล็ก H ยังขึ้นกับความหนาของวัสดุแม่เหล็กด้วย เนื่องจากวัสดุแม่เหล็กมีความหนามากขึ้นเท่าใดก็จะทำให้ปริมาณฟลักซ์แม่เหล็ก B ลู่เข้าไปในเนื้อวัสดุได้มากขึ้น จึงทำให้ความเข้มสนามแม่เหล็ก H ในบริเวณอากาศมีค่าลดน้อยลง โดยข้อดีการปิดกั้นสนามแม่เหล็กตามกลไกนี้คือ ปิดกั้นหรือลดสนามแม่เหล็กได้ดีกับวัตถุปิดกั้นสนามแม่เหล็กที่มีขนาดใหญ่และหนามาก ส่วนข้อเสียการปิดกั้นสนามแม่เหล็กความถี่ตามกลไกนี้คือ ทำให้วัตถุปิดกั้นสนามแม่เหล็กนั้นมีน้ำหนักมากและวัสดุมีราคาแพง



ภาพที่ 2.11 การแยกบริเวณทั้งสองวิธี

ผลที่ได้จากกระบวนการข้างต้นคือ ทำให้เกิดการแยกบริเวณที่เป็นวัตถุออกจากบริเวณที่เป็นพื้นหลัง และขั้นตอนต่อไปจะทำการพิจารณาว่าพิกเซลใดบ้างที่มีการเชื่อมต่อกันเพื่อที่จะได้จัดให้พิกเซลเหล่านั้นอยู่ในบริเวณหรือวัตถุเดียวกัน กระบวนการย่อยนี้เรียกว่า connected components labeling ซึ่งผลที่ได้จากกระบวนการย่อยนี้ก็คือ จะทำให้เรารู้ว่าพิกเซลในแต่ละตำแหน่งนั้น จัดเป็นของวัตถุชิ้นใด (Kiatpanichagij, K., 2007) ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 การทำงานของกระบวนการย่อยที่ชื่อว่า connected components labeling
(ภาพ binary image ซ้ายมือได้จากวิธี global threshold ซึ่งในที่นี้เป็นการพิจารณาวัตถุสีดำที่มีพื้นที่ หลังเป็นสีขาว ผลที่ได้จากการทำงานของ connected components labeling)

2.8.6 การหาขอบภาพ (edge detection)

การหาขอบภาพ (Jain, Kasturi, and Schunck, 1995) คือ การตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงของข้อมูลภาพในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว วิธีการหาขอบนั้นมีหลายวิธี แต่สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ คือ วิธีเกรเดียนต์ (gradient method) และวิธีลาปลาเซียน (laplacian method)

การหาขอบภาพเป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพดิจิตอล เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุก็จะสามารถคำนวณหาขนาดของพื้นที่หรือจดจำชนิดของวัตถุนั้นได้ อย่างไรก็ตามการหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์นั้นเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำและมีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังเล็กน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งภาพ ซึ่งขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ถ้าหากความแตกต่างนั้นมีค่ามากขอบภาพก็จะเห็นได้ชัดเจน ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อยขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน เทคนิคเบื้องต้นในส่วนของการหาขอบภาพ (edge detection) ซึ่งพิจารณาการตรวจหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับหนึ่ง (first order derivative) ได้แก่ การหาขอบภาพด้วย Sobel, Prewitt และ Frei-Chen และอนุพันธ์อันดับที่สอง (second order derivative) ได้แก่ การหาขอบภาพด้วย laplacian เป็นต้น

2.8.7 การจำแนกวัตถุและการแปลความหมาย (classification and interpretation)

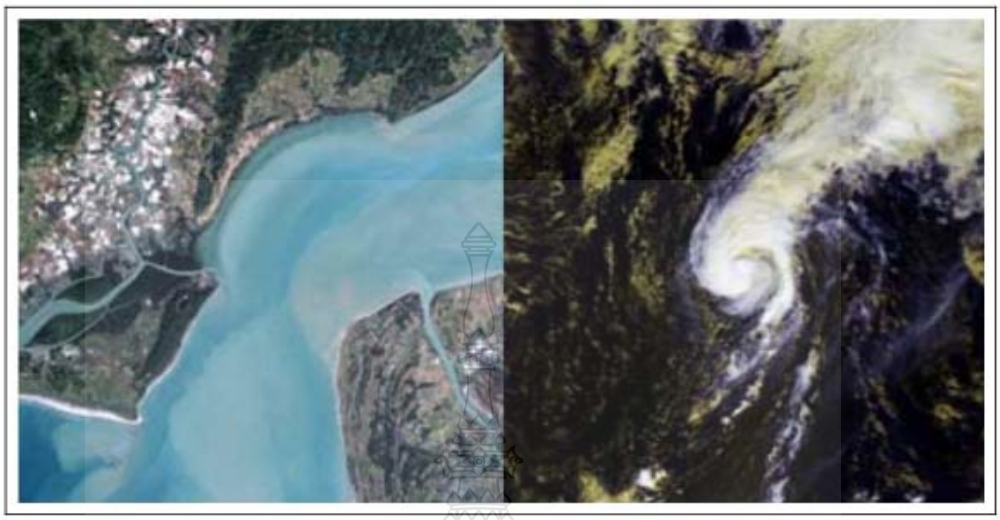
การจำแนก คือ กระบวนการจัดกลุ่มให้วัตถุที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นว่าเป็นวัตถุที่อยู่กลุ่มใด (Milan, Vaclav, and Rogar, 1998) โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดหรือการคำนวณซึ่งเป็นคุณสมบัติของวัตถุนั้น ๆ เปรียบเทียบกับคุณสมบัติของวัตถุตัวอย่าง สำหรับการตัดสินใจว่าจากคุณสมบัติของวัตถุที่กำลังพิจารณาเทียบกับคุณสมบัติของวัตถุตัวอย่างนั้น วัตถุที่กำลังพิจารณาจะจัดอยู่กลุ่มใด โปรแกรมจะทำหน้าที่ในส่วนของการคัดแยก (classifier) ซึ่งหากพิจารณาการเข้าออกของข้อมูลนั้น ตัว classifier จะรับ feature vector เข้าไป และให้หมายเลขหรือชื่อกลุ่มที่วัตถุที่กำลังพิจารณานั้น ๆ จัดว่าเป็นสมาชิกอยู่ออกมา

Classifier มีหลักการทำงานแตกต่างกันออกไป ในปัจจุบัน สำหรับงานวิจัยมี 2 วิธีที่ มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย คือ ระเบียบวิธีของ k-nearest neighborhood classifier ซึ่งเป็นตัวจำแนกที่ทำหน้าที่เปรียบเทียบระยะห่างระหว่าง feature vector ของวัตถุกับของกลุ่มตัวอย่าง และจะจำแนกวัตถุนั้น ๆ เข้ากับกลุ่มที่มีระยะทางใกล้ที่สุด classifier อีกแบบก็คือ โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neural network ที่เป็นการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์ ซึ่งผลของการ classifier นั้น จะทำให้สามารถทราบได้ว่าบริเวณที่แยกออกมานั้นเป็นวัตถุชนิดใด ซึ่งจะทำให้สามารถตีความหมายภาพ และตัดสินใจสั่งการส่วนเคลื่อนไหวต่าง ๆ ได้

2.8.8 การใช้ประโยชน์ของการประมวลผลภาพ

สำหรับการประมวลผลภาพในปัจจุบันนั้นได้มีการพัฒนามากขึ้นเป็นอย่างมาก และได้ถูกใช้งานกันอย่างแพร่หลาย สามารถพบเห็นการประยุกต์การใช้งานการประมวลผลภาพเพื่อประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ภายในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ดังตัวอย่างเช่น การสำรวจทางระยะไกลโดย

ใช้ภาพดาวเทียมในการทำแผนที่ การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ การวิเคราะห์ผลผลิตการเกษตรและการอุตุนิยมวิทยา เป็นต้น



ภาพที่ 2.13 ภาพระยะไกลโดยใช้ดาวเทียม

1. การแพทย์ โดยมีการนำเทคนิคทางการประมวลผลทางภาพใช้ในหลายรูปแบบด้วยกัน เป็นเวลานาน เช่น การทำ CCT สแกนเพื่อตรวจความผิดปกติของอวัยวะภายในร่างกาย เช่น มะเร็ง

ภาพที่ 2.14 ภาพสำหรับการใช้งานทางการแพทย์

2. งานโทรคมนาคม เช่น การประชุมทางไกล โดยผ่านระบบ tele-conference หรือการแพร่ภาพทางโทรทัศน์โดยระบบ digital ซึ่งต้องใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ

3. การรักษาความปลอดภัย เช่น การตรวจระบุลายมือโดยใช้ fingerprint scanner systems การจำแนกหน้าของบุคคล (face recognition) และการตรวจจับผู้บุกรุกโดยกล้องวีดีโอ

ภาพที่ 2.15 การประยุกต์การใช้งานการประมวลผลภาพในการรักษาความปลอดภัย

4. การใช้ในงานอุตสาหกรรม

ภาพที่ 2.16 เครื่องจักรในอุตสาหกรรมการผลิตที่ใช้ระบบประมวลผลภาพ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดาวินทร์ มานะจิตต์ (2546) การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแผ่นวงจรอิเล็คทรอนิคส์ด้วยการปรับปรุงขั้นตอนการผลิตการศึกษานี้กล่าวถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการทำการปรับปรุงขั้นตอนการผลิตเพื่อทำการลดเวลาในกระบวนการผลิตโดยจะกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็นออกไปซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างรวดเร็วและยังรวมไปถึงการทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงด้วย โดยมีจุดหมายเพื่อยกเลิกกระบวนการอบวัตถุดิบซึ่งกระบวนการนี้จะใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปัญหาการยืดหดของแผ่นงานระหว่างผ่านกระบวนการทางเคมีและความร้อนในการผลิตซึ่งขั้นตอนการอบนี้เป็นข้อแนะนำมาจากผู้ผลิตวัตถุดิบการศึกษาโดยการทำการทดลองทางสถิติซึ่งใช้ทฤษฎีแบบเชิงแฟคทอเรียล 2 ปัจจัยเพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสอง

ปัญญา หวานสนิท (2547) การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมกรณีศึกษาโรงงานผลิตฟิล์มถนอมอาหารปัญหาที่พบในโรงงานตัวอย่างนี้โดยส่วนใหญ่เกิดจากเครื่องจักรซึ่งผ่านการใช้งานมาอย่างยาวนานทำให้เกิดปัญหาทางด้านความสูญเสียต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตและการหยุดการทำงานของเครื่องจักรที่ไม่เป็นไปตามแผน การวัดประสิทธิภาพโดยรวม (OEE) และการลดความสูญเสียต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหาในแต่ละปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัย คืออัตราการเดินเครื่องจักรทำการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ประสิทธิภาพการผลิตทำการการเขียนมาตรฐานในการแก้ไขปัญหาจากการผลิตและอัตราคุณภาพทำการลดปัญหาจากฝุ่นซึ่งเป็นปัญหาที่มีผลกระทบมากที่สุดโดยมีค่าประสิทธิผลรวมก่อนเท่ากับร้อยละ 80 แต่หลังจากการปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมได้เพียงร้อยละ 73 เนื่องจากมีการลดจำนวนพนักงานในการผลิตแต่ก็ยังสามารถเพิ่มผลผลิตได้โดยเฉลี่ย 19923 กิโลกรัมต่อเดือน

อำนาจ พันธุ์ศรีเพชร (2548) การเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกรณีศึกษากระบวนการผลิตวาล์วประตูน้ำด้วยวิธีการลดความสูญเสียจากปัจจัยทางด้านอัตราการเดินเครื่อง จากการศึกษาพบว่าปัญหาความสูญเสียดังกล่าวเกิดขึ้นกับกระบวนการงานแปรรูปชิ้นส่วนซึ่งเครื่องจักรกลถึง 3 หน้าในการกลึงชิ้นส่วนเรือนวาล์ว โดยขั้นตอนที่เกิดการสูญเสียนั้นเป็นขั้นตอนของการตั้งเครื่องเพื่อเปลี่ยนขนาดของผลิตภัณฑ์ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องนั้นได้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1. คลายอุปกรณ์จับยึด 2. ตั้งศูนย์ชิ้นงานตัวอย่าง 3. ตรวจสอบและติดตั้งเครื่องมือ 4. ทดลองผลิต ทางผู้ศึกษาได้เสนอแนวทางการปรับปรุงเพื่อทำการลดเวลาสูญเสียจากการตั้งเครื่องโดยการนำงานที่ทำในขณะเครื่องจักรหยุดทำงาน มาทำในขณะเครื่องจักรทำงานของ 3 ขั้นตอนแรกดังกล่าวซึ่งเป็นการปรับปรุงขั้นพื้นฐานและการปรับปรุงขั้นที่ 2 คือการปรับปรุงอุปกรณ์ช่วยในการ

ติดตั้งเครื่องของการคลายอุปกรณ์จับยึด เพื่อลดขั้นตอนของแต่ละชิ้นงานย่อย ๆ นั้นลง ให้มีเวลาสั้นที่สุด จากผลการปรับปรุงทำให้สามารถลดเวลาในการติดตั้งเครื่องลงจากเดิม 12.13 นาที เหลือ 84.85 นาที หรือคิดเป็นร้อยละ 33.26 และทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรขึ้นจากเดิมร้อยละ 55.56 เป็นร้อยละ 62.59

เอกรินทร์ แผ้วพลสง (2550) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์กระบวนการการผลิตเพื่อเป็นแนวทางในการลดของเสีย กรณีศึกษาบริษัทผู้ผลิตกระจกแผ่นดิสก์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดของเสียเพิ่มขึ้นในกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการวิเคราะห์แบบ 4MIE และการสัมภาษณ์พนักงานเพื่อนำมาแจกแจงความถี่ของแต่ละปัญหาพบว่าการเอาใจใส่ในเนื้องานของพนักงาน การวางแผนงานที่สอดคล้องกันทั้งองค์กร การวางผังการไหลที่ดี และการฝึกอบรมพนักงานเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการควบคุมกระบวนการให้เกิดของเสียน้อยที่สุด

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาแนวทาง “การเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น” เพื่อทำการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ที่ไม่ได้มาตรฐานออกไปพร้อมกับจำนวนงานที่จะต้องส่งให้ลูกค้าตามเป้าหมาย โดยจะอธิบายถึงรายละเอียดและขั้นตอนในการศึกษา รวมถึง ในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ด้วยการนำ ระบบวิชั่นมาใช้งาน และกำหนดขั้นตอนในการดำเนินงานดังนี้

3.1 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

3.1.1 ศึกษาขั้นตอนกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK Product

3.1.2 สำรวจสภาพปัจจุบัน และเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.3 วางแผนดำเนินกิจกรรม

3.4.4 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบจริง

3.1.5 หาแนวทางดำเนินการแก้ไขปัญหาในกระบวนการตรวจสอแบบเดิม ที่ใช้พนักงานทำการตรวจสอบ

3.1.6 ดำเนินการแก้ไขพร้อมทำการวิเคราะห์และรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง

3.1.7 กำหนดเป็นมาตรฐานการทำงานตรวจสอบ

3.1.8 สรุปผลการดำเนินการทดลองในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 อุปกรณ์ในการรวบรวมข้อมูลด้านเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนในกระบวนการตรวจสอบ ซึ่งประกอบไปด้วย นาฬิกาจับเวลา และแบบฟอร์มที่ใช้บันทึกเวลาในกระบวนการตรวจสอบ (Check Sheet)

3.2.2 ใบรายการตรวจสอบ ก่อนและหลังการเพิ่มประสิทธิภาพ

3.2.3 การระดมสมองเพื่อทำการแก้ไขและทำการวิเคราะห์ในการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบ

3.2.4 กราฟแท่ง แผนภูมิก้างปลา และตาราง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลในการประมวลผล และทำการวิเคราะห์ข้อมูลจึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าและทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการปรับปรุง ซึ่งจะประกอบไปด้วยเวลาที่ใช้ในกระบวนการทำการตรวจสอบโดยพนักงานในเดือน พฤษภาคม - กันยายน 2557

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการปรับปรุงในกระบวนการตรวจสอบ ทำการทดลองในเดือน ตุลาคม 2557

3. การเก็บรวบรวม ข้อมูลงานเสียกับข้อมูลงานดีภายใน 5 เดือน ระหว่าง เดือน พฤษภาคม-กันยายน 2557

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 วิเคราะห์หาประสิทธิผลในกระบวนการตรวจสอบ (Inspection Productivity)

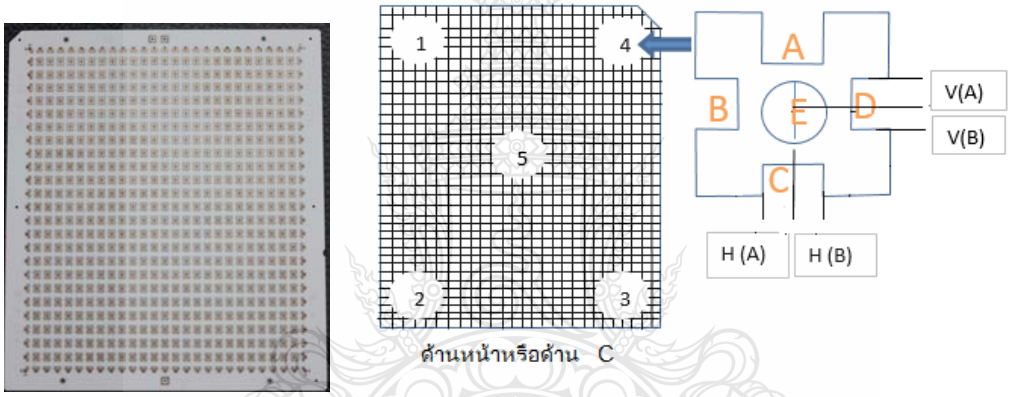
3.4.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพการตรวจจับ

3.4.3 วิเคราะห์ความรุนแรงของประสิทธิผลและประสิทธิภาพ

3.5 การสำรวจสภาพปัจจุบัน

เริ่มต้นจากการศึกษาลักษณะการทำงานของกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK มีขั้นตอน โดยที่กระบวนการจะเริ่มจากพนักงานนำแผ่น Substrate มาทำการจัดเรียงสำหรับในการตรวจสอบ โดยหยิบทีละ 1 แผ่น มาทำการส่องดูใต้กล้อง Microscope ที่กำลังขยาย 30 เท่า เพื่อทำการตรวจสอบและตัดสินใจว่า แผ่น Substrate ที่ตรวจสอบอยู่นั้นมีลักษณะที่สามารถนำไปใช้งานในการผลิตต่อไปได้หรือไม่ และจะทำกระบวนการนี้ซ้ำไปเรื่อย ๆ จนครบตามจำนวนที่ต้องการตรวจสอบ จากนั้นก็จะทำการแยกงานที่ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ออกไป ซึ่งวิธีการในการตรวจสอบแบบนี้ ส่งผลให้เกิดความเมื่อยล้าเป็นอย่างมากสำหรับพนักงาน และอาจจะรวมถึงเกิดความผิดพลาดสำหรับการตรวจสอบของแผ่น Substrate Model: NDK อีกด้วย

ภาพที่ 3.1 แสดงกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

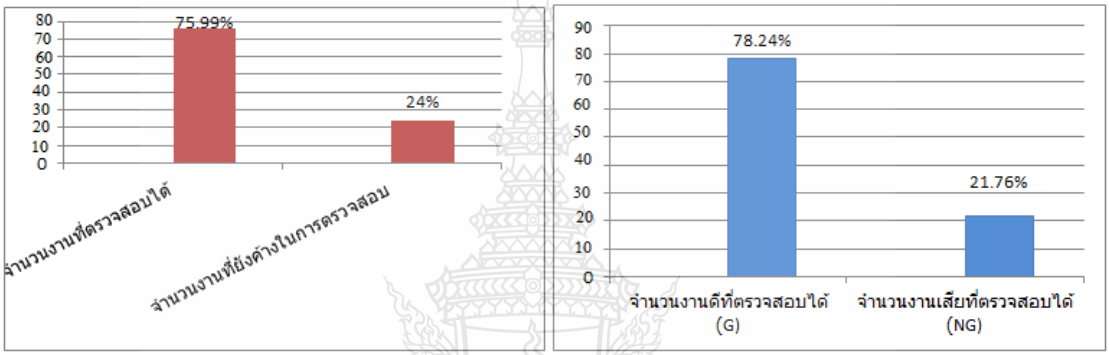


ภาพที่ 3.2 แสดงงานและตำแหน่งที่ต้องการตรวจสอบของ แผ่น Substrate Model: NDK

ตารางที่ 3.1 แสดงประสิทธิภาพในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของพนักงานแผนก QC

เดือน 2557	จำนวนงานที่จะต้องส่งให้ลูกค้า/เดือน	จำนวนงานที่ตรวจสอบได้	จำนวนงานดีที่ตรวจสอบได้ (G)	จำนวนงานเสียที่ตรวจสอบได้ (NG)	จำนวนงานที่ยังค้างในการตรวจสอบ
พ.ค.-57	60,000.00	45,529.00	35,024.00	10,505.00	14,471.00
มิ.ย.-57	60,000.00	46,175.00	36,275.00	9,900.00	13,825.00
ก.ค.-57	60,000.00	45,441.00	34,941.00	10,500.00	14,559.00
ส.ค.-57	60,000.00	44,509.00	35,509.00	9,000.00	15,491.00
ก.ย.-57	60,000.00	46,318.00	36,618.00	9,700.00	13,682.00
	300,000.00	**227,972.00**	**178,367.00**	**49,605.00**	**72,028.00**

จากตารางที่ 3.1 อธิบายได้ว่า จำนวนแผ่น Substrate Model: NDK ในแต่ละเดือนจะต้องจัดส่งให้ลูกค้าอยู่ที่ 60,000 แผ่นต่อเดือน ซึ่งในแผนก QC นี้มีการปฏิบัติงานทั้งหมด 3 ช่วงเวลาการทำงาน ใช้ พนักงานช่วงเวลาละ 20 คน ในการทำงานการตรวจสอบ แผ่น Substrate Model: NDK นี้ พนักงาน 1 คนจะใช้เวลาในการตรวจสอบ 15 นาที ต่อ 1 แผ่น (ใน 1แผ่น ต้องทำการตรวจเช็คตัวงาน 60 ตำแหน่ง) จากข้อมูล ตามตารางที่ 3.1 พนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงาน ร้อยละ 76 สำหรับจำนวนงานที่ทำการตรวจเสร็จเรียบร้อย และยังมีงานค้างส่งอีก ร้อยล่ะ 24 (เฉลี่ย 5 เดือน ระหว่างเดือน พฤษภาคม-กันยายน 2557) ดังแสดงในภาพที่ 3.3



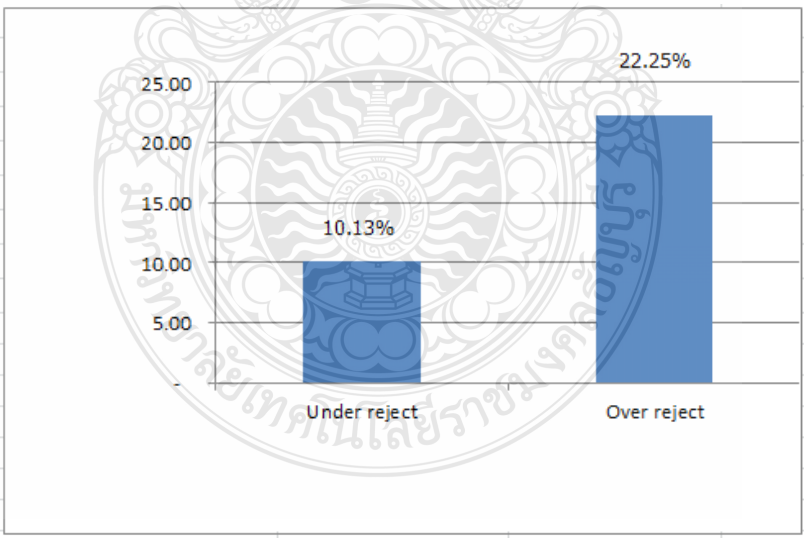
ภาพที่ 3.3 กราฟแสดงประสิทธิภาพในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของพนักงานแผนก QC

ในกระบวนการตรวจสอบงาน พบงานดี จำนวน ร้อยละ 78.24 และพบงานเสียอีกร้อยละ 21.76 ทางแผนก QC ต้องการให้มีการตรวจสอบซ้ำเพื่อจะทำการตรวจเช็คประสิทธิของพนักงานที่มีการปฏิบัติงานอยู่ เพราะว่าเริ่มจะไม่มีความมั่นใจการทำงานของพนักงานเพราะว่าพบงานที่เสียมากกว่าร้อยละ 21.76 ทางแผนกต้องการทำการตรวจสอบอีกโดย ครั้งที่ 1 ให้พนักงานที่มีประสบการณ์น้อย ครั้งที่ 2 จะให้พนักงานที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปีขึ้นทำการตรวจสอบ และครั้งที่ 3 ทำการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือที่ได้มีการสอบเทียบ (Lab Scale) ทำการตรวจสอบ

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลในการตรวจสอบ โดยพนักงานแผนก QC ที่มีประสบการณ์น้อย

เดือน 2557	จำนวนงานที่จะต้องส่งให้ลูกค้า/เดือน	จำนวนงานที่ตรวจสอบได้	จำนวนงานดีที่ตรวจสอบได้ (G)		จำนวนงานเสียที่ตรวจสอบได้ (NG)		จำนวนงานที่ยังค้างในการตรวจสอบ
			G	Under reject	NG	Over reject	
พ.ค.-57	60,000.00	45,529.00	32,524.00	2,500.00	8,734.00	1,771.00	14,471.00
มิ.ย.-57	60,000.00	46,175.00	33,275.00	3,000.00	7,840.00	2,060.00	13,825.00
ก.ค.-57	60,000.00	45,441.00	30,741.00	4,200.00	8,364.00	2,136.00	14,559.00
ส.ค.-57	60,000.00	44,509.00	33,009.00	2,500.00	7,163.00	1,837.00	15,491.00
ก.ย.-57	60,000.00	46,318.00	32,418.00	4,200.00	8,477.00	1,223.00	13,682.00
	300,000.00	**227,972.00**	**161,967.00**	**16,400.00**	**40,578.00**	**9,027.00**	**72,028.00**

จากตารางที่ 3.2 อธิบายได้ว่า ในการตรวจสอบของพนักงานที่มีประสบการณ์น้อย พบว่าในจำนวนงานดี มีงานที่เป็นงานเสียถูกยอมรับ (Under Reject) ปนอยู่เป็นจำนวน 16,400 แผ่น หรือคิดเป็นร้อยละ 10.13 และตรวจพบงานดีที่ถูกปฏิเสธ (Over Reject) ที่ปนอยู่ในจำนวนงานเสียเป็นจำนวน 9,027 แผ่นหรือร้อยละ 22.25 ดังแสดงในภาพที่ 3.4

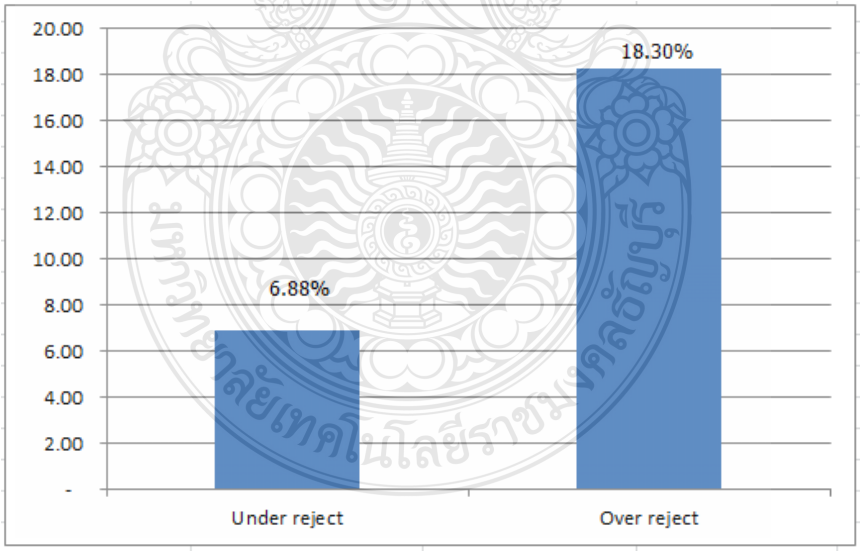


ภาพที่ 3.4 กราฟแสดงการตรวจโดยพนักงานแผนก QC

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลในการตรวจ ของพนักงานที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปีทำการตรวจสอบ

เดือน 2557	จำนวนงานที่จะต้องส่งให้ลูกค้า/เดือน	จำนวนงานที่ตรวจสอบได้	จำนวนงานดีที่ตรวจสอบได้ (G)		จำนวนงานเสียที่ตรวจสอบได้ (NG)		จำนวนงานที่ยังค้างในการตรวจสอบ
			G	Under reject	NG	Over reject	
พ.ค.-57	60,000.00	45,529.00	35,024.00	2,306	10,505.00	1,459	14,471.00
มิ.ย.-57	60,000.00	46,175.00	36,275.00	2,346	9,900.00	1,584	13,825.00
ก.ค.-57	60,000.00	45,441.00	34,941.00	2,206	10,500.00	1,534	14,559.00
ส.ค.-57	60,000.00	44,509.00	35,509.00	2,246	9,000.00	1,484	15,491.00
ก.ย.-57	60,000.00	46,318.00	36,618.00	2,376	9,700.00	1,611	13,682.00
	300,000.00	**227,972.00**	**166,887.00**	**11,480**	**41,933.00**	**7,672**	**72,028.00**

จากตารางที่ 3.3 อธิบายได้ว่า ในการตรวจสอบของพนักงานที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี พบว่าในจำนวนงานดีมีงานที่เป็น งานเสียที่ถูกยอมรับ (Under Reject) ปนอยู่ เป็นจำนวน 11,480 แผ่น หรือคิดเป็นร้อยละ 6.88 และตรวจพบงานดีที่ถูก ปฏิเสธ (Over Reject) ที่ปนอยู่ในจำนวนงานเสียเป็นจำนวน 7,672 ตัวหรือร้อยละ 18.30 ดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 กราฟแสดงการตรวจโดยพนักงานที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี ทำการตรวจสอบ

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลในการตรวจสอบความสามารถการตรวจจับงานโดยใช้ เครื่องมือ Lab scale

เดือน 2557	จำนวนงานที่จะต้องส่งให้ลูกค้า/เดือน	จำนวนงานที่ตรวจสอบได้	จำนวนงานดีที่ตรวจสอบได้ (G)		จำนวนงานเสียที่ตรวจสอบได้ (NG)		จำนวนงานที่ยังค้างในการตรวจสอบ
			G	Under reject	NG	Over reject	
พ.ค.-57	60,000.00	45,529.00	35,024.00	2,306	10,505.00	1,459	14,471.00
มิ.ย.-57	60,000.00	46,175.00	36,275.00	2,346	9,900.00	1,584	13,825.00
ก.ค.-57	60,000.00	45,441.00	34,941.00	2,206	10,500.00	1,534	14,559.00
ส.ค.-57	60,000.00	44,509.00	35,509.00	2,246	9,000.00	1,484	15,491.00
ก.ย.-57	60,000.00	46,318.00	36,618.00	2,376	9,700.00	1,611	13,682.00
	300,000.00	**227,972.00**	**166,887.00**	**11,480**	**41,933.00**	**7,672**	**72,028.00**

จากตารางที่ 3.4 อธิบายได้ว่าการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ Lab Scale ก็จะไม่เกิดงาน Under Reject และ Over Reject เกิดขึ้นหรือไม่เกิดงานที่ดีและเสียมาปนกัน เพราะว่าเครื่องมีความเที่ยงตรงมากกว่าพนักงานในการตัดสินใจ

การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพจากสมการข้างล่าง

$$\text{ประสิทธิภาพในการตรวจสอบ} = \frac{\text{จำนวนงานทั้งหมด - งานที่ไม่ถูกต้อง}}{\text{จำนวนงานทั้งหมด}} \times 100$$

จากสมการคำนวณหาประสิทธิภาพของพนักงานแผนก QC กับพนักงานที่มีประสบการณ์และเครื่องมือสอบเทียบ (Lab Scale) ได้ประสิทธิภาพดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ประสิทธิภาพในการตรวจสอบของพนักงาน และ เครื่องมือช่วยในการตรวจสอบ

	พนักงาน				พนักงานที่มีประสบการณ์ 5 ปี				เครื่องมือ Lab Scale Smart Scope	
	งานดีที่ตรวจสอบได้		งานเสียที่ตรวจสอบได้		งานดีที่ตรวจสอบได้		งานเสียที่ตรวจสอบได้			
ประสิทธิภาพในการตรวจสอบ	งานดี	Under Reject	งานเสีย	Over Reject	งานดี	Under Reject	งานเสีย	Over Reject	งานดี	งานเสีย
	161,967.00	16,400.00	40,578.00	9,027.00	166,887.00	11,480.00	41,933.00	7,672.00	183,472.00	44,500.00
	88.80%				**92.00%**				**100%**	

จากตารางที่ 3.5 จะเห็นได้ว่าเมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงานในแผนกตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานได้ดังนี้

1. พนักงานใหม่จะมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบ ร้อยละ 88.80

2. พนักงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 5 ปี จะมีประสิทธิภาพในการตรวจสอบร้อยละ 92.00 ซึ่งจะมีประสิทธิภาพมากกว่าพนักงานใหม่

3. เมื่อนำเครื่องมือ Smart Scope มาทำการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ก็จะพบว่าจะมีความเที่ยงตรงในการตรวจสอบมากกว่าพนักงานเป็นอย่างมากถึง 100%

เมื่อทำการวิเคราะห์ความเสียหายของงานดีที่ถูกทิ้งไปโดยพนักงานแผนก QC มาคำนวณหามูลค่าความเสียหายที่บริษัทสูญเสียไปดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 มูลค่าความเสียหายของงานที่เป็นงานดี มาปนกับงานเสีย ที่เรียกว่า (Over Reject)

	พนักงาน				พนักงานที่มีประสบการณ์ 5 ปี				เครื่องมือ	
									Lab Scale	Smart Scope
	งานดีที่ตรวจสอบได้		งานเสียที่ตรวจสอบได้		งานดีที่ตรวจสอบได้		งานเสียที่ตรวจสอบได้			
ประสิทธิภาพในการตรวจสอบ	งานดี	Under Reject	งานเสีย	Over Reject	งานดี	Under Reject	งานเสีย	Over Reject	งานดี	งานเสีย
	161,967.00	16,400.00	40,578.00	9,027.00	166,887.00	11,480.00	41,933.00	7,672.00	183,472.00	44,500.00
	88.80%				92.00%				100%	

จากตารางที่ 3.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อนำจำนวนงานดีที่ถูกปฏิเสธทั้ง 5 เดือน มาคิดเป็น จำนวนเงินก็จะพบว่า พนักงานที่มีประสบการณ์ได้นำงานดีทิ้งไปเป็นจำนวน 7,672 แผ่นซึ่งมีมูลค่า 2,685,200 บาท และถ้าเป็นพนักงานใหม่หรือที่มีประการณ์น้อยนำงานดีทิ้งไปเป็นจำนวน 9,027 แผ่นคิดเป็น จำนวนเงิน 3,159,450 บาท

สรุปได้ว่าจากการทำงานของพนักงานแผนก QC ที่ทำการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ทั้งที่มีประสบการณ์ และไม่มีประสบการณ์ ก็ยังไม่สามารถวิเคราะห์แยกแยะงานที่เป็นงานดีและงานเสียได้ มากกว่า เครื่องมือ Lab Scale และพบว่าความสามารถในการตรวจจับของเสียไม่มีประสิทธิภาพที่ดี และมีข้อผิดพลาดในกระบวนการตรวจสอบทั้งในด้านเวลาในการส่งมอบสินค้าไม่ทันตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ และส่งผลกระทบต่อต้นทุนการทำงานและเกิดความเสียหายต่อบริษัท

งานที่เป็น Under Reject ไม่นำมาคิดเป็นมูลค่าความเสียหาย เพราะว่า เป็นงานที่เสียจากขบวนการผลิตที่เราไม่สามารถตรวจจับได้ แต่จะทำให้ ลูกค้าร้องเรียน บริษัทได้ว่าผลิตของเสียออกมามาก

ส่วนงานที่เป็นงาน Over Reject เราจะนำมาคิดเป็นมูลค่าความเสียหาย เพราะว่า นำงานดีไปปนกับงานเสีย (แทนที่บริษัทจะได้เงินส่วนนี้มา)

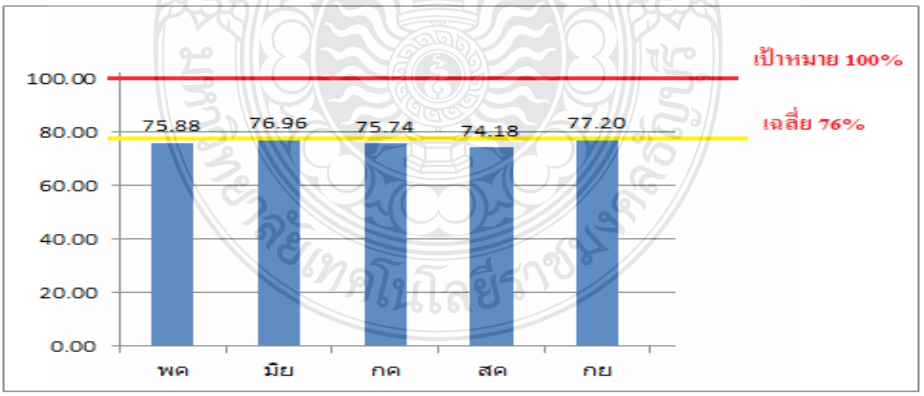
บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์

จากการดำเนินงานวิจัยในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น ตรวจสอบหาความสมบูรณ์ของแผ่น Substrate Model: NDK ได้ผลการดำเนินการตามขั้นตอนดั้งต่อไปนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบ แผ่น Substrate Model: NDK
2. การวิเคราะห์กระบวนการในการตรวจสอบ
3. แนวทางการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ของกระบวนการตรวจสอบ
4. การวัดผลและเปรียบเทียบผลการทดลอง ก่อนและหลังการดำเนินงาน
5. สรุปผลการดำเนินงานทดลอง

4.1 การเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK

ในการสำรวจข้อมูลของกระบวนการตรวจสอบ แผ่น Substrate Model: NDK ระหว่างเดือน พฤษภาคม-กันยายน 2557 พบว่าจำนวนงานในการตรวจสอบโดยพนักงานมีผลผลิตต่ำกว่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ทางทีมจึงพิจารณาเห็นสมควรที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบ แผ่น Substrate Mode: NDK ต่อไป



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงประสิทธิภาพการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK โดยพนักงานแผนก QC

จากภาพที่ 4.1 ข้อมูลจากกราฟ แสดงถึงจำนวนงานที่มีการตรวจสอบในแต่ละเดือนที่ได้จากพนักงานแผนก QC มีความสามารถทำได้ในเดือน พฤษภาคมได้ 45,529 แผ่นคิดเป็นร้อยละ 75.88

เดือนมิถุนายนได้ 46,175 แผ่นคิดเป็นร้อยละ76.96 เดือนกรกฎาคมได้ 45,441 แผ่นคิดเป็นร้อยละ75.74 เดือนสิงหาคมได้ 44,509 แผ่นคิดเป็นร้อยละ 74.18 และเดือนกันยายนได้ 46,318 แผ่นคิดเป็นร้อยละ 77.20 หรือทำการเฉลี่ยในห้าเดือนจะได้ 45,594 แผ่น หรือ ร้อยละ 76 ซึ่งไม่ได้ตามจำนวนที่ทางลูกค้าต้องการที่จำนวน 60,000 แผ่น ต่อเดือน และเป้าหมายอยู่ที่ 60,000 แผ่นต่อเดือน เช่นกัน

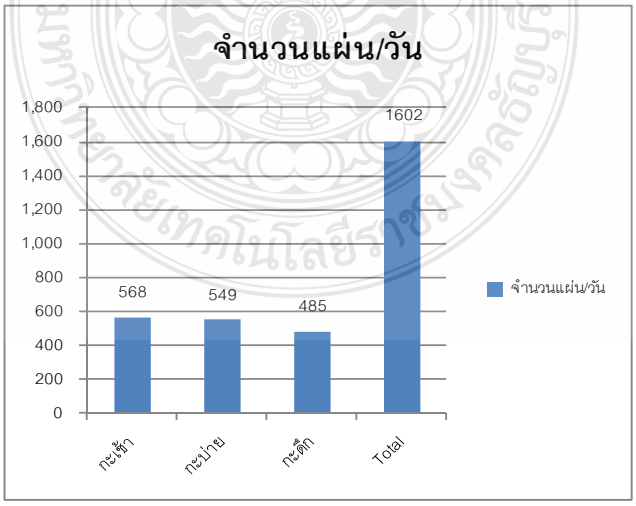
ตารางที่ 4.1 แสดงประสิทธิภาพในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของพนักงาน จำนวน 60 คน

เวลาทำงาน	ก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพ					
	พนักงาน (คน)	จำนวนงานที่ได้ (แผ่น)	เวลามาตรฐาน/แผ่น (วินาที)	พนักงาน (คน)	จำนวนงานที่ได้ (แผ่น)	เวลามาตรฐาน/แผ่น (วินาที)
ช่วงเช้า 07:00-14:00	1	31	929.03	11	30	960
	2	32	900	12	32	900
	3	28	1,028.57	13	28	1,028.57
	4	32	900	14	26	1,107.69
	5	30	960	15	30	960
	6	30	960	16	28	1,028.57
	7	29	993.1	17	30	960
	8	32	900	18	32	900
	9	30	960	19	30	960
	10	28	1,028.57	20	30	960
ช่วงบ่าย 15:00 -22:00	1	30	960	11	28	1,028.57
	2	32	900	12	30	960
	3	31	929.03	13	30	960
	4	28	1,028.57	14	32	900
	5	29	993.1	15	29	993.1
	6	28	1,028.57	16	30	960
	7	32	900	17	26	1,107.69
	8	30	960	18	29	993.1
	9	28	1,028.57	19	32	900
	10	27	1,066.67	20	28	1,028.57

ตารางที่ 4.1 แสดงถึงประสิทธิภาพในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของพนักงาน จำนวน 60 คน (ต่อ)

เวลาทำงาน	ก่อนการปรับปรุงประสิทธิภาพ					
	พนักงาน (คน)	จำนวนงานที่ได้ (แผ่น)	เวลามาตรฐาน/แผ่น (วินาที)	พนักงาน (คน)	จำนวนงานที่ได้ (แผ่น)	เวลามาตรฐาน/แผ่น (วินาที)
ช่วงดึก 23:00-06:00	1	27	1,066.67	11	30	960
	2	28	1,028.57	12	27	1,066.67
	3	27	1,066.67	13	26	1,107.69
	4	27	1,066.67	14	30	960
	5	24	1,200.00	15	26	1,107.69
	6	27	1,066.67	16	28	1,028.57
	7	28	1,028.57	17	24	1,200.00
	8	29	993.1	18	29	993.1
	9	29	993.1	19	28	1,028.57
	10	30	960	20	27	1,066.67

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าในการทำงานของพนักงานทั้ง 60 คนนั้นจะใช้เวลาในการตรวจสอบงานที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความชำนาญและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล และในแต่ละช่วงเวลาการทำงานจะสังเกตได้ว่าปริมาณงานที่ได้จะ ไม่เท่ากัน เช่นในช่วงเวลาดึก ปริมาณงานจะได้น้อยกว่า ช่วงเวลาเช้า และช่วงเวลาบ่าย ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 4.2 และจำนวนงานที่ได้ทั้งหมดต่อวันออกมาจึงมีปริมาณที่น้อยกว่าลูกค้าต้องการ



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงจำนวนงานที่ได้จากพนักงานจำนวน 60 คนทั้ง 3 กะของแผนก QC

จากกราฟที่ 4.2 สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทำงานทั้ง 3 ช่วงเวลาทำงาน มาคำนวณหาจำนวนงานที่ได้ต่อชั่วโมง หรือ UPH ได้ตามสมการการคำนวณต่อไปนี้

$$\text{UPH} = \frac{1{,}602 \text{ (แผ่น)}}{20 \text{ (คน)} \times 3 \text{(กะ)} \times 8 \text{ (ชั่วโมง)}}$$

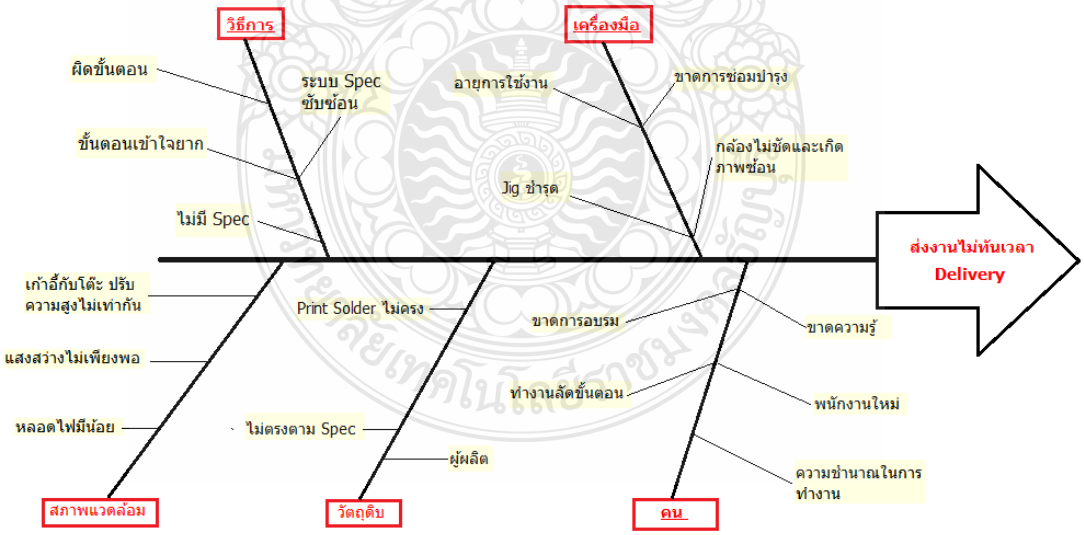
$$= 3.34 \text{ แผ่น/ชั่วโมง}$$

$$\text{UPH}_{20 \text{ คน}} = 3.34 \times 20 = 66.75 \text{ แผ่น/ชั่วโมง}$$

จากการคำนวณอธิบายได้ว่าจำนวนงานที่พนักงานตรวจสอบได้ในเวลาหนึ่งชั่วโมงจะได้ที่ 3.34 แผ่นต่อชั่วโมงหรือ ช่วงเวลาการทำงานละ 66.75 แผ่นต่อชั่วโมง (1 ช่วงเวลาทำงานมีพนักงาน 20 คน)

4.2 การวิเคราะห์กระบวนการในการตรวจสอบ

จากการระดมสมองในแผนกและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในกระบวนการตรวจสอบโดยผ่านแผนภูมิก้างปลาเพื่อหาสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาในกระบวนการตรวจสอบ และพบสาเหตุของปัญหาในกระบวนการตรวจสอบ ดังนี้



ภาพที่ 4.3 แผนภูมิก้างปลาจากการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการตรวจสอบ

จากภาพที่ 4.3 แผนภูมิก้างปลาได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุ ของการส่งมอบงานไม่ทันเวลาให้กับลูกค้า อธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ ในการตรวจสอบของแผนก จะต้องใช้กล้องจุลทรรศน์และตัวจับชิ้นงานที่เรียกว่า (Jig) ในการตรวจสอบงานแต่ละแผ่น ซึ่งทางแผนก QC มีกล้อง Stereo Microscope หลากหลายยี่ห้อ บางตัวก็อาจจะมีการใช้งานมานานและขาดการบำรุงรักษา และมีการใช้งานที่ผิดวิธี จึงทำให้ประสิทธิภาพของตัวกล้องแต่ละตัวไม่เท่ากัน

2. วิธีการในการตรวจสอบงานมีมาตรฐานที่ซับซ้อนและมีขั้นตอนที่เข้าใจยาก และงานมีลักษณะค่อนข้างเล็กสำหรับพนักงานใหม่บางครั้งทำให้เกิดงานที่เป็น งานดีที่ถูกปฏิเสธ (Over Reject) และ งานเสียที่ถูกยอมรับ (Under Reject) เกิดขึ้น

3. สภาพแวดล้อมในการทำงานเช่น โต๊ะกับเก้าอี้ความสูงไม่เท่ากันมีหลายขนาด ในขณะเดียวกันแสงสว่างในห้องมีความสว่างน้อยเกินไปในบางจุด และห้องมีพื้นที่ค่อนข้างเล็ก สำหรับพนักงานจำนวนมากรวมทั้งจะต้องมีที่จัดเก็บวางงานที่จะทำการตรวจสอบและที่มีการตรวจเสร็จแล้ว

4. วัตถุดิบหรือ แผ่น Substrate Model: NDK บาง Lot ไม่ได้มาตรฐาน ในการ Print Screen จากผู้ผลิตเอง และบ้างครั้งวงจรที่ Screen มาไม่ตรงกับ เส้นสเนปของแผ่น ทำให้แผ่น Substrate ที่ได้มาต้องนำมาคัดแยกก่อนนำไปตรวจสอบ

5. พนักงาน (Man) มีประสิทธิภาพและประสบการณ์ที่ไม่เท่ากันในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK โดยมีข้อผิดพลาดคือ ขาดความรู้ ความชำนาญ และเมื่อยล้าซึ่งทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ไม่สามารถส่งงานได้ตามที่ลูกค้าต้องการ และยังเกิดงานเสียที่ถูกยอมรับ (Under reject) กับงานดีที่ถูกปฏิเสธ (Over Reject) ไปปนอยู่กับงานดีและงานเสียอีกด้วย

การวิเคราะห์จากการระดมสมอง (Brain Storming) กับผู้ที่เกี่ยวข้องของแผนก QC ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์จากการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการตรวจสอบ

ตัวแปร	ปัญหา	สาเหตุ	วิเคราะห์	ทำการแก้ไข
คน	เมื่อยล้าจากการทำงาน	วิธีการปฏิบัติงาน	จริง	ทำการ การปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน
	ไม่เข้าใจวิธีการทำงาน	พนักงานใหม่	จริง	ทำการ ฝึกอบรม (Training)
	ประสบการณ์ในการทำงาน	ระยะเวลาการทำงานไม่เท่ากัน	จริง	ให้พนักงานเก่าคอยสอนงาน
เครื่องมือ	Jig ชำรุด	ใช้งานมานาน	จริง	เปลี่ยนใหม่
	กล้อง Microscope ไม่ชัด	ขาดการบำรุงรักษา	จริง	ต้องมีการทำ PM
	หลอดไฟใต้กล้องไม่สว่าง	ไม่มีการเปลี่ยนอันใหม่ให้	จริง	เปลี่ยนหลอดให้ใหม่
วัตถุดิบ	งานส่งมาไม่ได้ตามมาตรฐานมีงานอื่นปนมา	เกิดจากผู้ผลิตที่ส่งมา	จริง	แจ้งผู้ผลิต
	งานบาง LOT มีมาไม่ครบตามจำนวน	เกิดจากผู้ผลิตที่ส่งมา	จริง	แจ้งผู้ผลิต

ตารางที่ 4.2 วิเคราะห์จากการระดมสมองเพื่อหาสาเหตุของปัญหาในกระบวนการตรวจสอบ (ต่อ)

ตัวแปร	ปัญหา	สาเหตุ	วิเคราะห์	ทำการแก้ไข
วิธีการ	Spec Sheet ไม่มี	ทำงานผิดขั้นตอน	จริง	แจ้งหัวหน้างานให้ทำ มาตรฐาน
	กำหนดมาตรฐานไม่ชัดเจน	ระบบ Spec ซับซ้อน	จริง	ทำมาตรฐานให้ชัดเจน
	การตรวจสอบไม่ได้ตามวิธีการที่กำหนดไว้	คู่มือฉีกขาดและหาย	จริง	ทำขึ้นมาใหม่ให้ชัดเจน
สภาพแวดล้อม	แสงสว่างในห้อง	หลอดไฟน้อยเกินไปและไม่สว่าง	จริง	เพิ่มหลอดไฟในห้อง
	ห้องทำงานของแผนกQC	แคบ และไม่มีตู้เก็บเครื่องมืออุปกรณ์	จริง	ซื้อตู้เอามาไว้เก็บอุปกรณ์ให้เรียบร้อย
	เครื่องปรับอากาศเสีย	ไม่ค่อยเย็น / ร้อน	จริง	ทำการบำรุงรักษา แก้ไข
	อุปกรณ์อำนวยความสะดวกไม่พร้อม	โต๊ะและเก้าอี้ไม่มีลักษณะต่างกันทำให้นั่งนานๆเมื่อล้า	จริง	จัดระเบียบให้เรียบร้อยแยกอุปกรณ์ที่ใช้งานไม่ได้ออกไป

4.3 แนวทางการปรับปรุงกระบวนการตรวจสอบหลังจากการระดมสมอง

ทางทีมงานได้ทำการพิจารณาว่าจะต้องทำการลดเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบ แผ่น Substrate Model: NDK เพื่อให้ได้จำนวนงานที่ลูกค้าต้องการได้ทันเวลา จึงทำการระดมสมอง (Brain storming) ทั้งวิศวกร หัวหน้าแผนก และพนักงาน ที่มีหน้าที่อยู่ในแผนก QC นี้ มาทำการประชุม เพื่อจะทำการเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบนี้ และได้มีมติว่าจะนำเอาระบบวิชั่น เข้ามาใช้งานในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK นี้ เนื่องจากผลของการระดมสมองโดยผ่านแผนภูมิก้างปลา และตารางวิเคราะห์ปัญหา จะต้องมีค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ชำรุด และต้องมีการฝึกอบรมให้กับพนักงาน เพราะบางครั้งมีพนักงานเข้า-ออก บ่อย เมื่อมีการรับพนักงานใหม่เข้ามาก็จะต้องมีการฝึกอบรมใหม่อีกทำให้เสียเวลามาก และในขณะเดียวกันถ้าต้องการเพิ่มจำนวนงานในกระบวนการตรวจสอบก็ต้องมีการเพิ่มจำนวนพนักงาน และอุปกรณ์ เพิ่มขึ้นเพื่อจะให้ได้งานส่งลูกค้าได้ทันเวลา ในขณะเดียวกันก็ต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

ดังนั้นทางทีมงานจึงมีการวิเคราะห์แบบก้าวกระโดดในการที่จะนำระบบวิชั่น (Vision System) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัย เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของทางแผนก QC เพื่อจะได้จำนวนงานเพิ่มขึ้นและลดข้อผิดพลาดในการตรวจสอบของแผ่น Substrate Model: NDK

ขั้นตอนในการดำเนินงานที่จะนำระบบวิชั่น (Vision System) เข้ามาใช้งาน ในแผนก QC

ขั้นตอนในการดำเนินงาน	ส.ค.-57				ก.ย.-57			
	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4
1.การออกแบบระบบวิชั่น (Design)	P	P	P	P				
		A	A	A	A			
2.Installation /Buy off					P	P		
					A	A		
3.Qualify การ test งานด้วย Sample							P	
							A	
4.Training การใช้งาน								P
								A
5.Training การบำรุงรักษา								P
								A

P: แผนการที่คาดว่าจะทำ A: แผนการที่ได้ปฏิบัติจริง

การออกแบบระบบวิชั่นประกอบด้วย อุปกรณ์หลักในการออกแบบระบบวิชั่น การทำการประกอบและติดตั้ง การทำงานของระบบวิชั่นและทำการทดสอบคุณภาพ (Qualify) ของระบบการทำงานและทำการอบรมการใช้งานพร้อมการบำรุงรักษา ดังแสดงในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการออกแบบระบบวิชั่น (Design)

1.1 กล้อง CCD Camera: กล้อง CCD Camera ใช้แบบ กล้องชนิด Gig-E Version ซึ่งกล้องชนิดนี้มีการส่งข้อมูลที่มีความเร็วสูงที่ 100/1000M เปรียบเสมือนทำหน้าที่เป็นดวงตาสำหรับรับภาพเพื่อใช้ในการตรวจสอบและวิเคราะห์แผ่น Substrate model: NDK กล้องที่ใช้เป็นกล้องยี่ห้อ Basler Model: acA 2500-14 gc มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. Resolution 2592 x 1944 Pixels
2. Frame rate up to 14 fps
3. Interface Gig E

ภาพที่ 4.5 กล้อง Gig E CCD camera ที่ใช้ในระบบวิชั่น

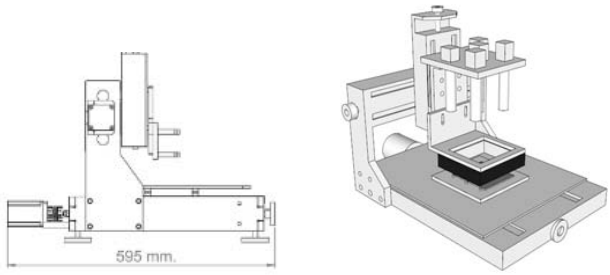
1.2 ชุด เลนส์ (Lens): ใช้แบบ Telecentric ที่มีกำลังขยายที่ 30 X และความสูงที่ 65 mm เป็นเลนส์ที่ออกแบบสำหรับงานระบบวิชั่นที่ต้องการใช้กับกล้อง Mega Pixel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทั้งวงในวงนอกเหมาะสำหรับงานวิชั่น ไม่สามารถปรับกำลังขยายได้เหมาะสำหรับวัดขนาดตรวจสอบคุณภาพ หรือการจัดวางตำแหน่งให้งานได้ตามตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งเลนส์มี Resolution ที่สูงและภาพที่ได้จะมีความคมชัดมาก

ภาพที่ 4.6 Lens Telecentric Moritex Model: MML2 ST65

1.3 ชุดให้แสงสว่าง Lighting: ชนิด Dome light เป็นอุปกรณ์ให้แสงสว่างชนิดโคมลักษณะสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถที่จะให้แสงได้สม่ำเสมอเป็นอย่างมากเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความสม่ำเสมอของแสงบนชิ้นงานและยังสามารถใช้กับงานที่มีลักษณะผิวเรียบหรือผิวมันวาว โดยไม่ก่อให้เกิดเงา

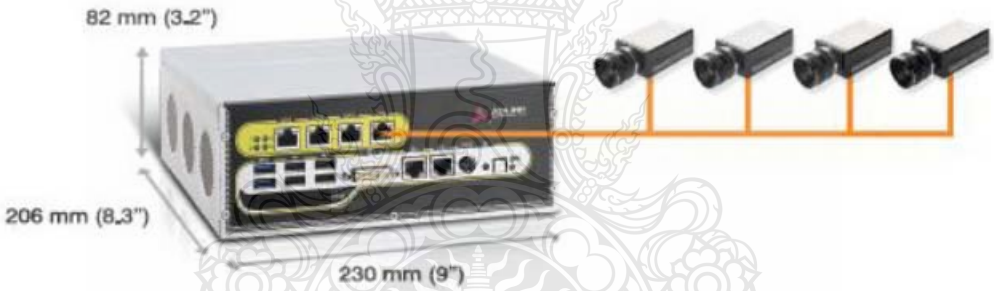
ภาพที่ 4.7 Dome Lighting Moritex ให้แสงสว่างในงานระบบวิชั่น

1.4 X-Y Table: เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแนวแกน X และ Y เพื่อเลื่อนตำแหน่งงาน แผ่น Substrate ให้เปลี่ยนไปตามเงื่อนไขที่ต้องการ X-Y Table ที่เลือกใช้งานจำเป็นที่จะต้องมีขอบเขตไม่กว้างเพื่อให้สามารถจับภาพผ่านกล้องให้ได้ครบทุกตัว การขับเคลื่อนชุด X-Y Table นี้มีอยู่หลายแบบด้วยกันเช่นการเคลื่อนที่โดยใช้มือหมุน (Manual) และการเคลื่อนที่โดยการสั่งผ่านสเต็ปมอเตอร์ หรือเรียกว่าระบบ (Automation) การเลือกใช้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานนั่นเอง



ภาพที่ 4.8 X-Y Table พร้อมชุดสเต็ปมอเตอร์

1.5 Industrial Computer (คอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม): ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมการทำงานระหว่างSoftware กับ Hardware เพื่อให้ระบบวิชั่นมีความสมบูรณ์ขึ้น และเป็นตัวประมวลผลกลางของระบบพร้อมทั้งเป็นส่วนแสดงผลการทำงานผ่านทางมอนิเตอร์ โดยชุดควบคุมสั่งผ่านโปรแกรม Lab View ซึ่งทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อและสื่อสารของระบบวิชั่น และคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรมมีลักษณะพิเศษคือ มีความทนทานกว่าคอมพิวเตอร์ในท้องตลาดทั่วไป

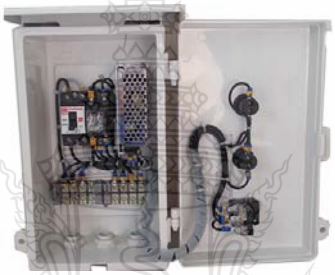


ภาพที่ 4.9 Industrial Computer ของ AD Link ที่ใช้กับกล้อง CCD และ Software เพื่อทำการประมวลผล

1.6 Software: ใช้ของ NI (National Instruments) LabVIEW ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการประมวลผลและควบคุมการทำงานทุกอย่างในระบบวิชั่นและระบบออโต้เมชั่นเพื่อให้ได้การตรวจสอบมีความแม่นยำ

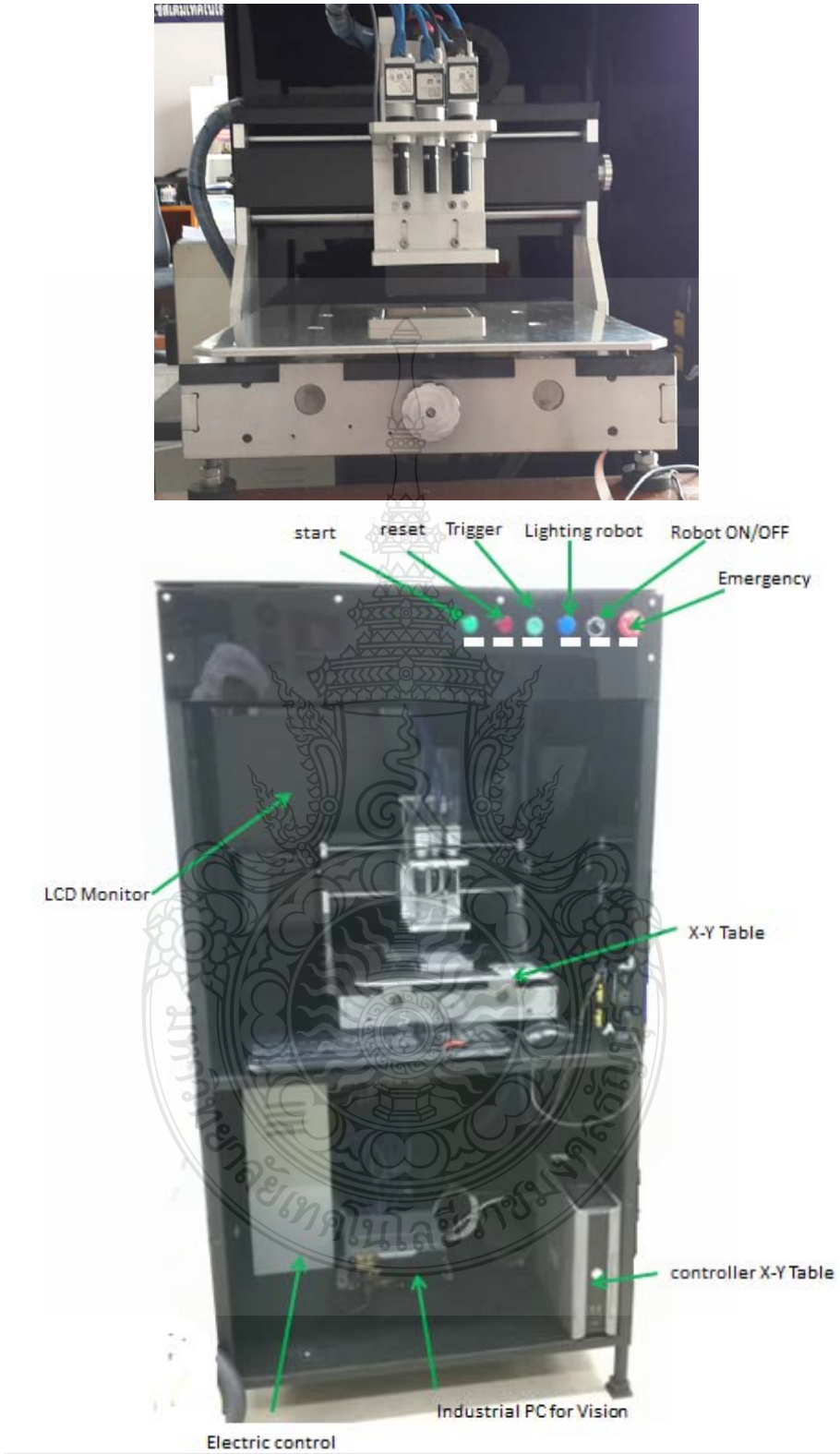
ภาพที่ 4.10 Software NATION INSTRUMENTS (LabVIEW)

1.7 แหล่งจ่ายไฟสำหรับระบบวิชั่น : เป็นอุปกรณ์สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงอุปกรณ์ทางไฟฟ้าทั้งหมดให้กับระบบวิชั่นพร้อมทั้งจ่ายให้สเต็ปมอเตอร์ แกน X-Y Table, ระบบวิชั่นและระบบคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 4.11



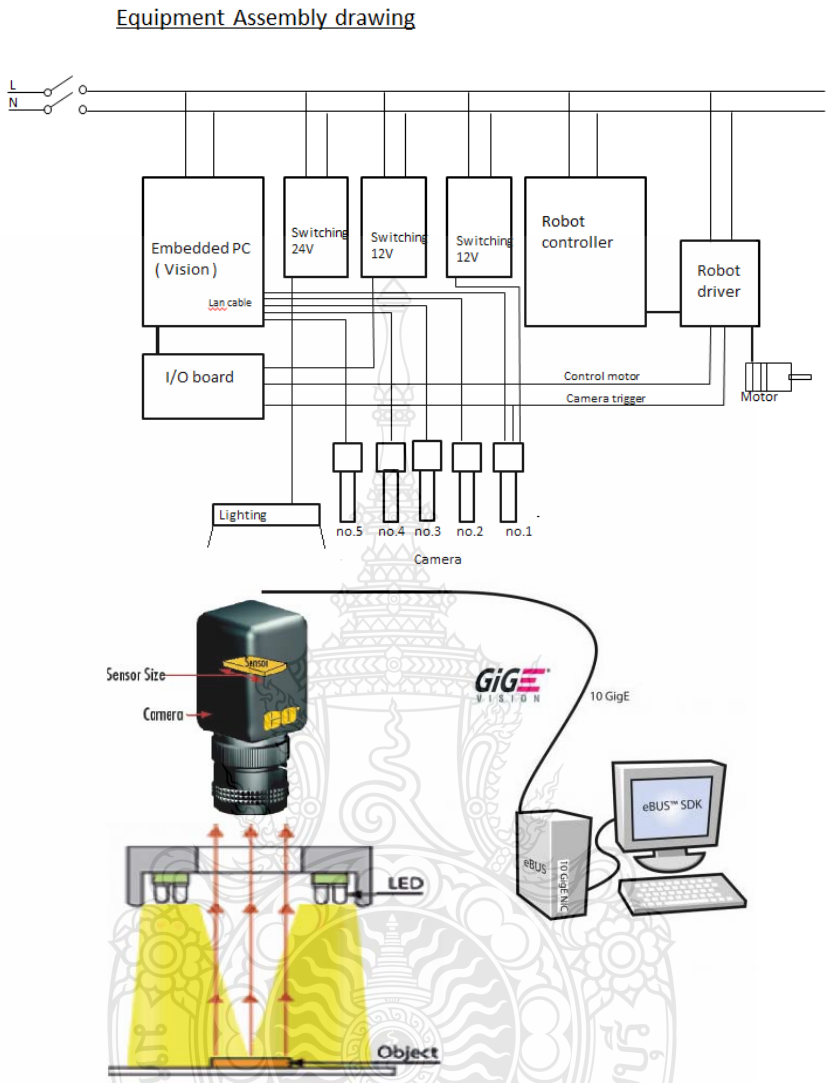
ภาพที่ 4.11 แสดงแหล่งจ่ายไฟสำหรับระบบวิชั่นที่ใช้ทำการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK

เมื่อทำการประกอบชุดระบบวิชั่นเสร็จเรียบร้อยแล้วรูปแบบและลักษณะของเครื่องที่จะนำมาใช้งานเป็นลักษณะตามรูปแบบข้างล่างนี้ ดังแสดงในภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 แสดงรูปเครื่องระบบวิชั่น (Vision System) ที่ใช้ตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK

2. การติดตั้งการทำงานของเครื่องระบบวิชั่น (Vision System)

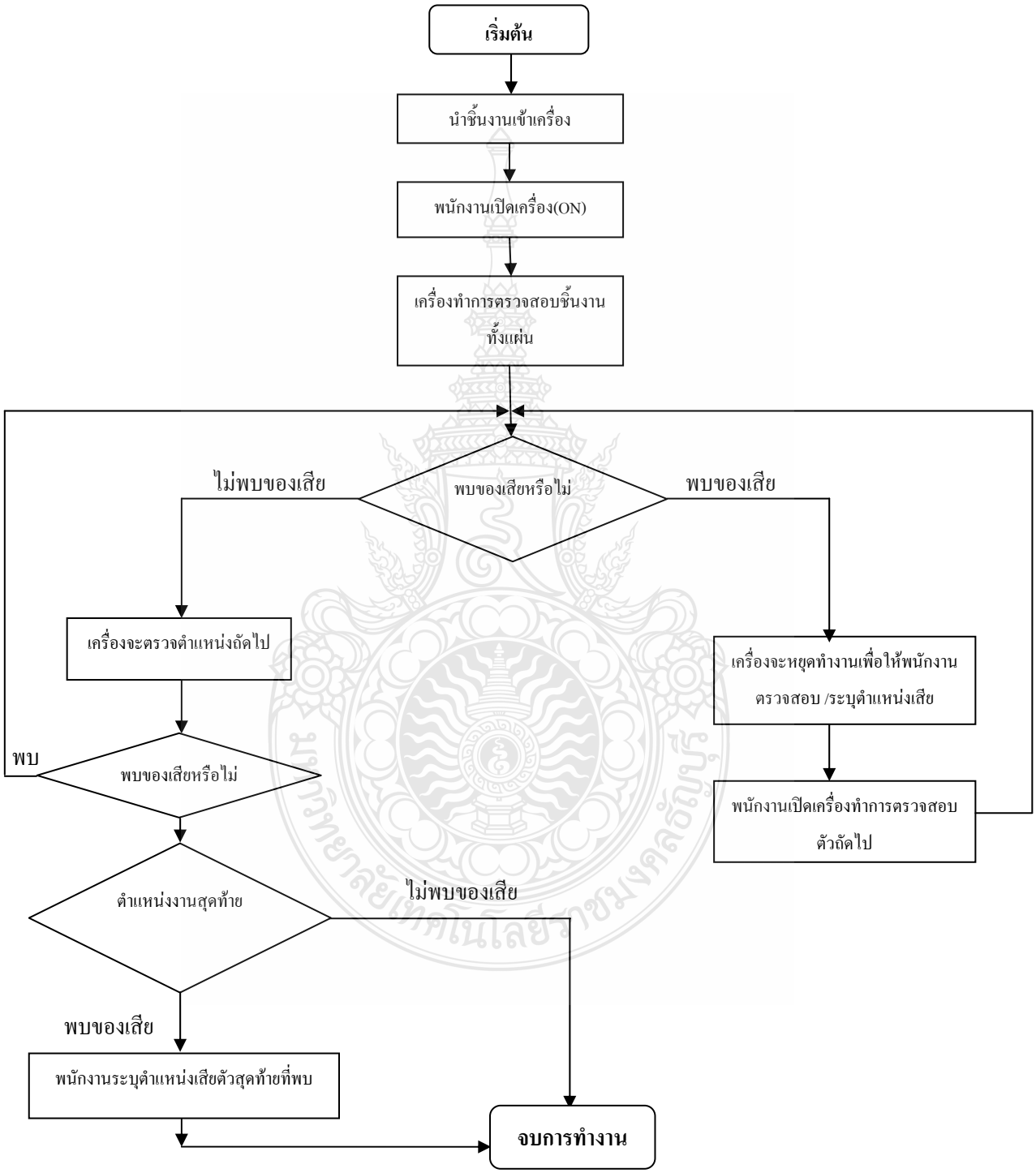


ภาพที่ 4.13 แผนผัง (Diagram) การติดตั้งของระบบวิชั่นที่ใช้ในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK

จากแผนผัง (Diagram) ในภาพที่ 4.13 แสดงโครงสร้างสำหรับการควบคุมการทำงานของระบบวิชั่นเริ่มจาก ระบบจ่ายไฟฟ้าเข้าไปในชุดตู้ควบคุมจากนั้น ระบบไฟจะแปลงเป็นไฟ ระบบ DC /12 และ 24 VDC หรือไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อจะจ่ายให้กับอุปกรณ์วิชั่น ได้แก่ กล้อง CCD Camera, ชุดให้แสงสว่าง Lighting, คอมพิวเตอร์ และชุดควบคุม Motor X-tab เพื่อต้องการจ่ายสัญญาณพลัสซ์ให้กับสเต็ปมอเตอร์โดยสัญญาณจะอยู่ระหว่าง 0-5 Volt เพื่อจะทำการกระตุ้นสัญญาณให้ขับเคลื่อน (Driver) ในระบบนี้จะทำการควบคุมเฉพาะ 1 แกนสำหรับการทำงานของ X-Y Table

3. ขั้นตอนในการทำงานของระบบวิชั่น

แผนผัง (Diagram) ในภาพที่ 4.14 แสดงถึงโครงสร้างของระบบวิชั่นในการตรวจสอบของแผ่น Substrate Model: NDK แบบกึ่งอัตโนมัติ ที่ออกแบบขึ้นโดยอาศัยแนวคิดในการออกแบบตามข้อกำหนดในการตรวจสอบให้ใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด



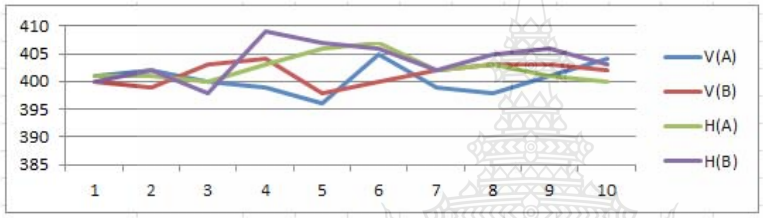
ภาพที่ 4.14 Flow Chart การทำงานของระบบตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK

4. ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบวิชั่นก่อนนำไปใช้ในจริง (Test GR&R m/c Vision and Evaluation)

ก่อนนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานจริงในแผนก QC จะต้องมีทดสอบความสามารถของเครื่องว่ามีความเที่ยงตรงและได้ค่ามาตรฐานใกล้เคียงกับงานตัวอย่างงานหรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 4.15

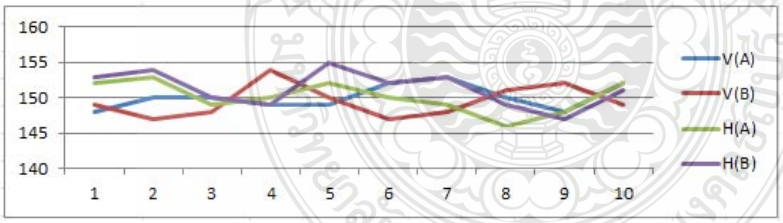
Sample No1 (C) ด้านหน้า

Item Check	Real data	Inspection Data										Max	Min	Difference		Std	Avg
	um	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			Max	Min		
V(A)	400	401	402	400	399	396	405	399	398	401	404	**405**	**396**	5	-4	2.72	400.5
V(B)	401	400	399	403	404	398	400	402	403	403	402	**404**	**398**	3	-3	2.01	401.4
H(A)	402	401	401	400	403	406	407	402	403	401	400	**407**	**400**	5	-2	2.41	402.4
H(B)	399	400	402	398	409	407	406	402	405	406	403	**409**	**398**	10	-1	3.39	403.8
													Max	10	-1	3.39	403.8
													Min	3	-4	2.01	400.5



Sample No1 (BC) ด้านหลัง

Item Check	Real data	Inspection Data										Max	Min	Difference		Std	Avg
	um	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			Max	Min		
V(A)	150	148	150	150	149	149	152	153	150	148	152	**153**	**148**	3	-2	1.73	150.1
V(B)	149	149	147	148	154	150	147	148	151	152	149	**154**	**147**	5	-2	2.27	149.5
H(A)	150	152	153	149	150	152	150	149	146	148	152	**153**	**146**	3	-4	2.18	150.1
H(B)	151	153	154	150	149	155	152	153	149	147	151	**155**	**147**	4	-4	2.54	151.3
													Max	5	-2	2.27	151.3
													Min	3	-4	1.73	149.5



ภาพที่ 4.15 Test GR&R m/c Vision and Evaluation และทำการตรวจสอบ โดยใช้งานที่มีการวัดค่ามาจากเครื่องมือวัดที่ได้ผ่านการสอบเทียบ (Lab Scale) ของด้านหน้า (C) และด้านหลัง (BC)

จากภาพที่ 4.15 เป็นการทำการทดสอบของเครื่องระบบวิชั่นก่อนนำไปใช้งานในการตรวจสอบจริง ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

ในการทำการทดสอบ (Buy off) ครั้งนี้ได้นำงานแผ่น Substrate Model: NDK ที่ผ่านการตรวจสอบอย่างละเอียดโดย Lab Scale ที่ได้มาตรฐานและเชื่อถือได้ มาทำการทดลองกับระบบวิชั่นและผลที่ได้จากการวัดค่าตัวอย่างในด้านหน้า (C) ในแต่ละตำแหน่งซ้ำกัน 10 ครั้งและได้ค่าเฉลี่ยดังนี้

V(A) 400.5, V(B) 401.4, H(A) 402.3 และ H(B) 403.8 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานตัวอย่างเป็นอย่างมาก จากนั้นทำการวัดค่าตัวอย่างด้านหลัง (BC) ในแต่ละตำแหน่งซ้ำกัน 10 ครั้งและได้ค่าเฉลี่ยดังนี้ V(A) 150.1, V(B) 149.5, H(A) 150.1 และ H(B) 151.3 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานตัวอย่างมากเช่นกัน

กระบวนการผลิตแผ่น Substrate Model: NDK มีดังนี้

แผ่น Substrate Model: NDK ผลิตจากเซรามิคสีขาวเป็นม้วนจากนั้นได้นำเข้ากระบวนการในการทำเส้นสเนป (Snap) บนแผ่นเซรามิคนี้พร้อมทำการเจาะรูไปพร้อมกัน เพื่อจะเอาไว้แบ่งแยกตัวงานออกจากกัน แล้วทำการตัดออกมาเป็น แผ่นขนาด 5x5 CM หลังจากนั้นได้นำไปทำการ Print screen ลายวงจรลงบนแผ่นเซรามิกนี้ แล้วนำไปอบให้แห้ง จึงได้แผ่น Substrate Model: NDK นี้ขึ้นมา

ก่อนที่จะนำแผ่น Substrate Model: NDK นี้ส่งต่อไปให้กับลูกค้าจะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพว่า ลายวงจรที่ทำการ Print screen ลงบนแผ่นเซรามิกนี้ได้คุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ซึ่งจะต้องเข้ากระบวนการตรวจสอบโดยแผนก QC ก่อนที่จะส่งงานออกไปให้กับลูกค้า

ข้อกำหนด ของระบบวิชั่นที่ทำการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK

1. ระบบวิชั่นต้องสามารถตรวจสอบชิ้นงาน NDK Product ซึ่งมีงานอยู่ทั้ง 2 ด้าน ที่เรียกแต่ละด้าน ดังต่อไปนี้

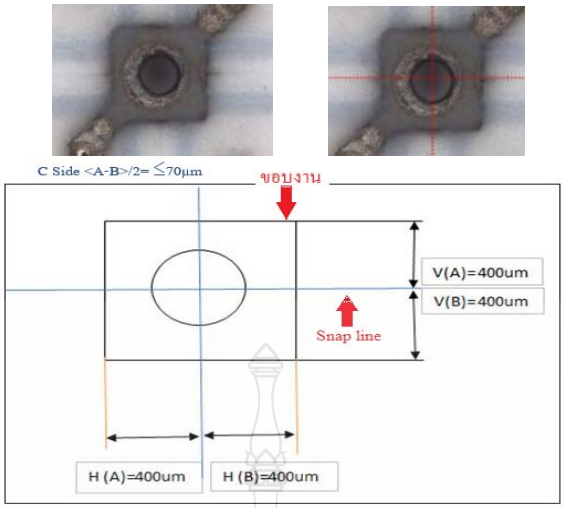
1.1 ด้านหน้า เรียกว่า (C) Side ตามรูปข้างล่าง

- Software ทำการ Check ค่า Offset ตำแหน่ง V(A)-V(B) / 2, H(A)-H(B)/2 ให้ได้ค่าที่ลูกค้ากำหนด (A) 400 um และ (B) 400 um ระยะ offset น้อยกว่าเท่ากับ $\leq$ 70 um จะเรียกว่างานที่ดี PASS

** ถ้าค่า Offset ตำแหน่ง V(A)-V(B) / 2, H(A)-H(B)/2 ได้ค่ามากกว่า 70 um ถือว่าชิ้นงาน นี้ NG

- ซึ่งจะทำการวัดระหว่างเส้น Snap กับขอบของตัวงาน โดย Software จะทำการหาค่าเฉลี่ย (Average) ขึ้นมา

- Software จะ show ค่า offset ที่ทำการประมวลผลออกมาในด้าน V(A)(B) และ H(A)(B)



ภาพที่ 4.16 รูปตัวงานที่ทำการตรวจสอบด้าน (C)

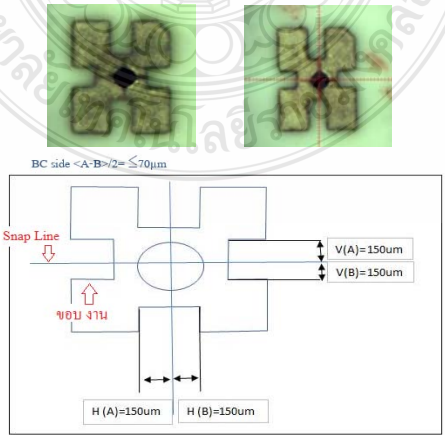
1.2 ด้านหลัง เรียกว่า (BC) Side ตามรูปข้างล่าง

- Software ทำการ Check ค่า Offset ตำแหน่ง V(A)-V(B) / 2, H(A)-H(B)/2 ให้ได้ค่าที่ ลูกค้ากำหนด (A) 150 um และ (B) 150 um ระยะ offset น้อยกว่าเท่ากับ ≤ 70 um จะเรียกว่างานที่ดี PASS

** ถ้าค่า Offset ตำแหน่ง V(A)-V(B) / 2, H(A)-H(B)/2 ได้ค่ามากกว่า 70 um ถือว่าชิ้นงาน นี้ NG

- ทำการวัดระหว่างเส้น Snap กับ ขอบของตัวงาน โดย Software จะทำการ หาค่า Average ขึ้นมา

- Software จะ show ค่า offset ที่ทำการประมวลผลออกมา ในด้าน V(A)V(B) และ H(A)H(B)



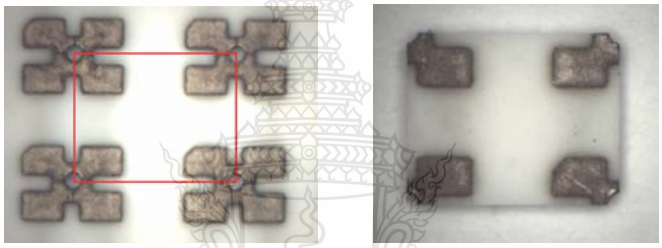
ภาพที่ 4.17 ภาพตัวงานที่ทำการตรวจสอบด้าน (BC)

2. ในการตรวจสอบ จะทำการตรวจสอบ 30 unit / 1 ด้าน (BC side และ C side) รวมเป็น 60 units

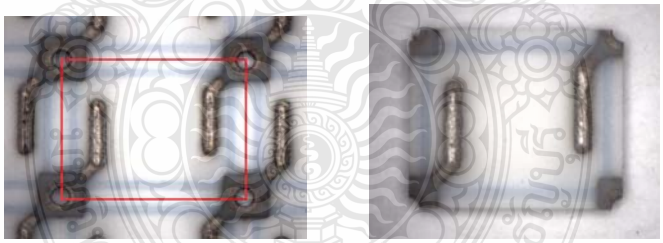
3. เครื่องจะทำการตรวจสอบ โดยแบบอัตโนมัติและสามารถใช้เป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ

- แบบอัตโนมัติ: คือ การควบคุมโดยการใช้มอเตอร์ พร้อมกับการตรวจสอบ
- แบบกึ่งอัตโนมัติ: สามารถทำการตรวจสอบ โดย Software ได้อย่างเดียว

4. ในการ Inspection แบบอัตโนมัติ ถ้าพบงานเสีย (NG) เครื่องจะ Show ไฟ Alarm และหยุด เพื่อให้พนักงานทำการระบุ (Mark) ชิ้นงานที่เสีย (NG) ได้ และระบบวิชั่นสามารถทำการเก็บข้อมูลในการตรวจสอบในแต่ละแผ่น Substrate Model: NDK ว่าในจำนวน 60 ตำแหน่งนี้ ตำแหน่งไหนไม่ได้ตามมาตรฐานตามที่กำหนดไว้



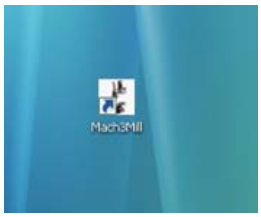
ภาพที่ 4.18 ภาพ Substrate Model: NDK งานด้าน (BC) ที่ถูกทำการตัดแบ่งออกเป็นตัวงาน



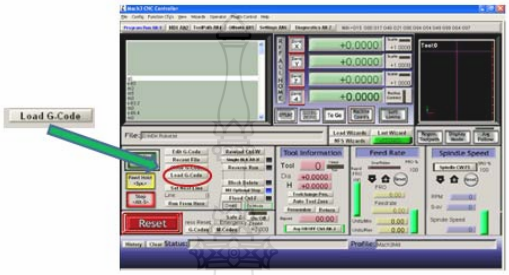
ภาพที่ 4.19 ภาพ Substrate Model: NDK งานด้าน (C) ที่ถูกทำการตัดแบ่งออกเป็นตัวงาน

5. อบรม (Training) ให้กับผู้ใช้งานเกี่ยวกับขั้นตอนในการใช้เครื่องดังรายละเอียดต่อไปนี้

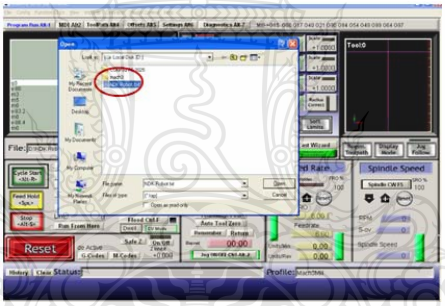
1. เปิด Barker เครื่อง
2. เปิดปุ่ม Power ของ ชุดควบคุม X-Y table controller
3. เปิด Program ชุดควบคุม X-Y table (Mach 3 mill)



4. เปิด File Control ชุด (คลิก Load G Code)

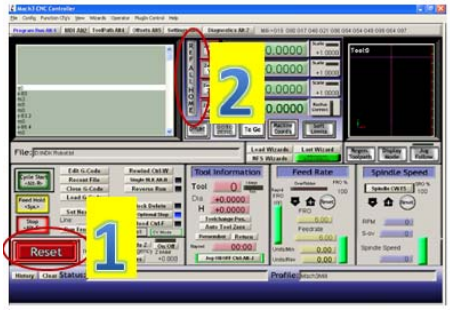


5. เลือก File NDK Products



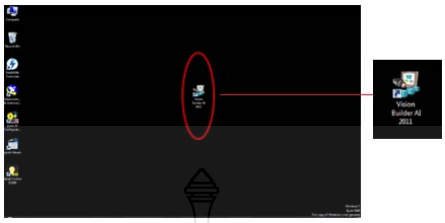
6. บิดสวิทช์ Control ไปที่ ON

7. Program Control กดปุ่ม reset แล้วกดปุ่ม REFALLHOME

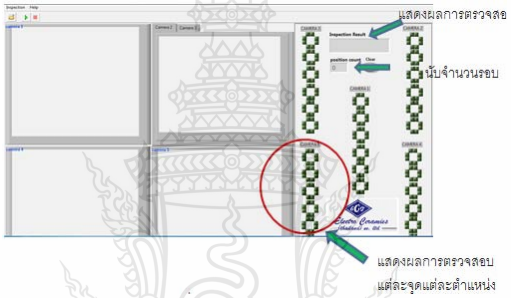


8. ทำการตรวจเช็คว่า X-Y Table เลื่อนเข้าสู่ตำแหน่ง Home พร้อมใช้งานหรือไม่

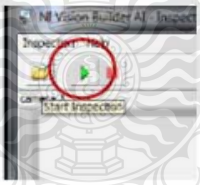
9. ทำการเปิดโปรแกรมของ Vision: Vision Builder AI2011



10. โปรแกรม พร้อม Operate Product: NDK Inspection

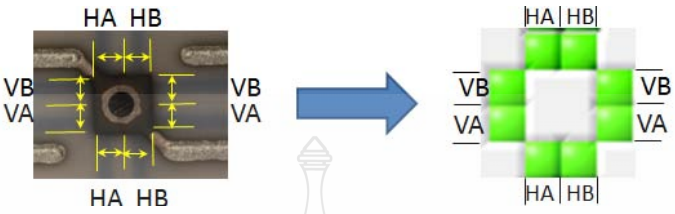


11. กดปุ่ม Run เพื่อการใช้งาน Program



12. จากนั้นพนักงานนำงาน Product NDK วางบน Jig Table แล้วทำการ กดปุ่ม Start

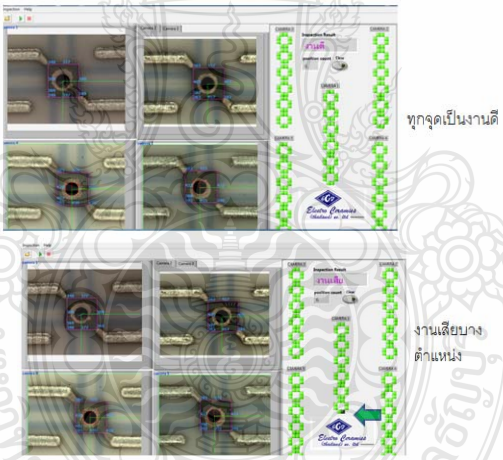
13. หลังจากนั้น X-Y table จะเคลื่อนงานเข้าไปทำการตรวจเช็คงาน ตำแหน่งของกล้องทั้ง 5 ตัว กล้องแต่ละตัวจะเช็คงานที่ 6 ตำแหน่ง เมื่อครบทั้ง 30 ตำแหน่งแล้ว X-Y table จะเคลื่อนกลับมาอยู่ในตำแหน่งที่สำหรับวางงานในตอนแรก



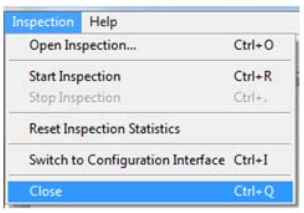
ภาพตำแหน่งที่มีการตรวจสอบ ภาพ Display ในการตรวจสอบ

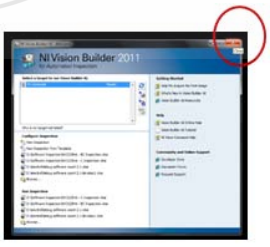
แสดงผลงานดีทุกตำแหน่งในหนึ่งจุด

แสดงผลงานเสียบางตำแหน่งในหนึ่งจุด



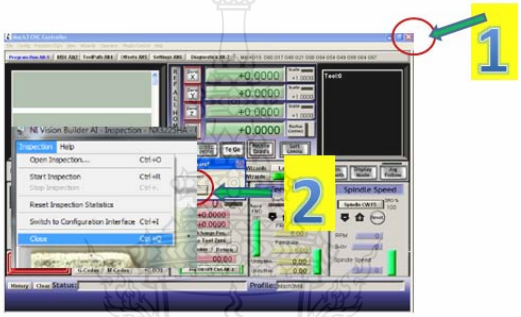
14. การปิด โปรแกรม NDK Inspection ให้ คลิก Inspection /Close





15. ปิดการทำงานของชุด X-Y Table Control ให้บิด สวิทช์ไปทาง OFF

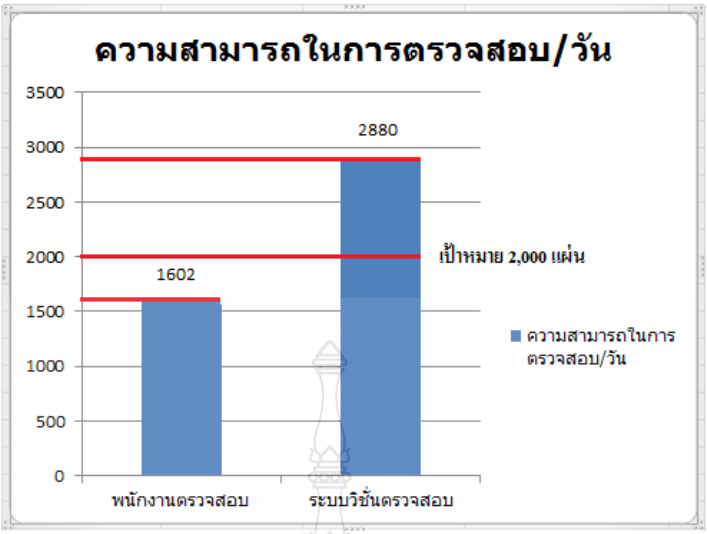
16. แล้วให้ทำการ Click Close โปรแกรม



4.4 การวัดผลการเปรียบเทียบการทดลองก่อนและหลังการดำเนินงานของแผนก QC

จากการเก็บข้อมูลในตารางที่ 4.1 แสดงถึงประสิทธิภาพในการตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของพนักงานจำนวน 60 คนต่อ 3 ช่วงเวลาทำงาน สามารถทำการตรวจสอบได้เป็นจำนวน 1,602 แผ่นต่อวัน หรือความเร็วในการตรวจสอบเท่ากับ 3.3375 แผ่นต่อชั่วโมงต่อพนักงาน 1 คน

หลังจากได้มีการนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งาน สามารถทำการตรวจสอบได้เป็นจำนวน 2,880 แผ่นต่อวัน และใช้พนักงานในการปฏิบัติหน้าที่ จำนวน 6 คนต่อ 3 ช่วงเวลาทำงาน และความสามารถในการตรวจสอบของระบบวิชั่นเท่ากับ 120 แผ่นต่อชั่วโมง ต่อพนักงาน 2 คน ดังแสดงในภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจสอบแผ่น Substrate ก่อนและหลังการนำระบบวิชั่นมาใช้งาน

ตารางที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพการเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้ระบบวิชั่น

สรุปเนื้อหา	ก่อนการใช้ระบบวิชั่น	หลังการใช้ระบบวิชั่น	ประสิทธิภาพ
ความสามารถในการผลิต/วัน	1,602	2,880	79.00%
ค่าแรงของพนักงาน/วัน	60 X 300 = 18,000	6 X 300 = 1,800	90%
ความสามารถในการตรวจจับ	92%	100%	8%

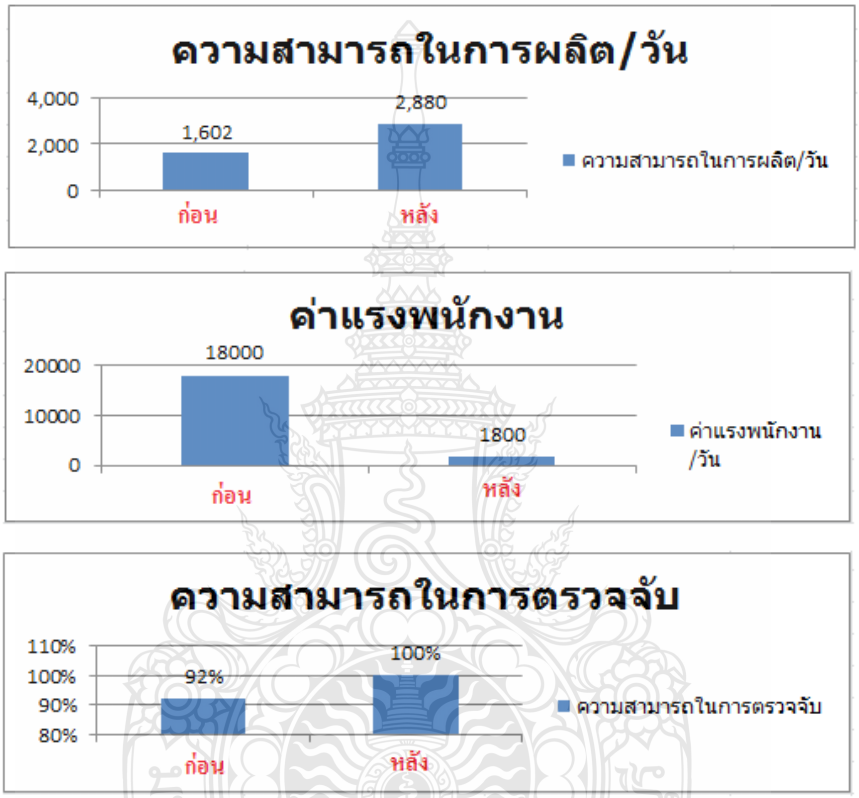
จากตารางที่ 4.3 อธิบายผลการดำเนินงานได้ดังนี้

1. ความสามารถในการตรวจสอบงาน (Productivity) ของพนักงานก่อนนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานได้จำนวน 1,602 แผ่นต่อวัน และหลังการนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานสามารถตรวจสอบได้ 2,880 แผ่นต่อวัน ซึ่งเป้าหมายที่กำหนดไว้อยู่ที่ 2,000 แผ่นต่อวัน ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 79

2. ค่าใช้จ่ายพนักงาน (Labor Cost) ก่อนการนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานต้องมีพนักงานทำงาน 60 คนต่อวันซึ่งมีค่าแรงงานอยู่ที่ 18,000 บาทต่อวันและหลังจากการนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานในแผนก QC จะมีการใช้พนักงานควบคุมเครื่อง 6คนต่อวันซึ่งมีค่าแรงงานอยู่ที่ 1,800 บาทต่อวัน (คิดที่ค่าแรงขั้นต่ำ) ทำให้ค่าใช้จ่ายด้านแรงงานลดลงถึงร้อยละ 90

3. ความสามารถในการตรวจจับ ก่อนการนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานพนักงานมีความสามารถในการตรวจจับของดีของเสียที่ร้อยละ 92 และเมื่อนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานในการตรวจสอบพบว่ามีความสมารถในการตรวจจับงานได้ถึงร้อยละ 100 มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ร้อยละ 8.0

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเมื่อนำระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานในแผนกตรวจสอบแผ่น Substrate Model: NDK ของแผนก QC จะเห็นได้ว่าสามารถเพิ่มประสิทธิในการทำงานได้เป็นอย่างมาก



บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate model: NDK โดยใช้ ระบบวิชั่นโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลของแผนก QC จำนวน 5 เดือนตั้งแต่เดือน พ.ค. ถึง ต.ค. 2557

ปัญหาหลักที่พบในกระบวนการตรวจสอบก่อนการนำระบบวิชั่นมาใช้งานคือ พบงานที่เป็นงานดีที่ถูกปฏิเสธ (Over Reject) และงานเสียที่ถูกยอมรับ (Under Reject) ทางทีมงาน ได้ทำการระดมสมองกับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อหาเครื่องมือที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการตรวจสอบหรือที่เรียกว่าระบบวิชั่นเข้ามาใช้งานในแผนก QC เพื่อจะทำการแก้ไขปัญหาของงาน และลดปัญหาการส่งมอบงานให้กับลูกค้าให้ทันเวลาและ ในขณะเดียวกันเพื่อเพิ่มความสามารถในการตรวจจับของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจสอบแผ่น Substrate และลดเวลาที่ใช้ในกระบวนการตรวจสอบเมื่อเปรียบเทียบกับการปฏิบัติงานของพนักงานเพียงอย่างเดียว

หลังจากที่ได้นำระบบวิชั่นเข้ามาใช้ในการตรวจสอบและคัดแยกความเสียหายของตัวงานแบบอัตโนมัติและได้ทำการทดลองใช้งานจริง พบว่าระบบวิชั่นนี้มีประสิทธิภาพดีกว่าเมื่อเทียบกับการตรวจสอบและคัดแยกลักษณะงานดีและงานเสีย ของแผ่น Substrate Model: NDK โดยสายตาของมนุษย์และสามารถสรุปผลการดำเนินงานโดยการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุงของเดือน พฤษภาคม-ตุลาคม 2557 ได้ดังตารางที่ 5.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการนำระบบวิชั่นมาใช้งานในแผนก QC

ก่อนการนำระบบวิชั่นมาใช้งาน	หลังการนำระบบวิชั่นมาใช้งาน
1. พนักงานทั้ง3 กะจำนวน60คนมีความสามารถในการทำงานได้เฉลี่ยวันละ 1,602 แผ่น	1. ความสามารถของระบบวิชั่นมีพนักงานทำงานเหลือแค่ 2 คนต่อกะ และสามารถผลิตงานได้ตามเป้าหมายได้ 2,000 แผ่นต่อวัน
2. ค่าแรงงานของพนักงานจำนวน 60 คน คิดเป็น จำนวนเงิน 18,000 บาทต่อวัน	2. ค่าแรงงานจาก พนักงาน 60 คนลดลงเหลือ 6 คน ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลงได้ถึงร้อยละ 90 หรือมีค่าแรงงานลดลงจาก 18,000 บาทต่อวัน เหลือ 1,800 บาทต่อวัน

ตารางที่ 5.1 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการนำระบบวิชั่นมาใช้งานในแผนก QC (ต่อ)

ก่อนการนำระบบวิชั่นมาใช้งาน	หลังการนำระบบวิชั่นมาใช้งาน
3. การตรวจจับงานดีและงานเสียโดยพนักงานไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ได้งานที่ไม่มีคุณภาพส่งไปถึงลูกค้าแล้วถูกลูกค้า Complain กลับมา	3. ระบบวิชั่นมีประสิทธิภาพในการตรวจจับงานดีและงานเสียได้ถึง 100 % ทำให้ไม่มีงานดีและงานเสียปนกันไปถึงลูกค้าทำให้ลูกค้ามีความพึงพอใจในสินค้าที่ได้รับ

5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองใช้งานระบบวิชั่นในการตรวจสอบและทำการคัดแยกความเสียหายของแผ่น Substrate นั้นพบว่าระบบวิชั่นนี้สามารถทำงานได้ดีถูกต้องตามเงื่อนไขที่ได้วางแผนไว้ มีระบบการจัดเก็บข้อมูลของแผ่น Substrate ที่ได้มีการตรวจสอบเช่นจำนวนงานดี และจำนวนงานเสีย เพื่อเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง และนำไปประยุกต์ใช้งานหรือปรับปรุงการทำงานของระบบในอนาคตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

เมื่อนำระบบวิชั่นนี้มาใช้ในกระบวนการตรวจสอบงานจริง และจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีในการประมวลผลในการตรวจสอบคัดแยกแผ่น Substrate ได้ผลอยู่ในระดับดีมากถึง 100% ซึ่งทำให้กระบวนการตรวจสอบของแผนก QC ส่งผลดีในเรื่องของการลดจำนวนพนักงานภายในแผนกและกระบวนการปฏิบัติงานดังกล่าว รวมทั้งลดความเหนื่อยล้าทางสายตาของพนักงานในการตรวจสอบและคัดแยกงานและยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุตสาหกรรมการผลิตตรวจสอบ หรือองค์กรอื่น ๆ ที่ต้องการเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันทางธุรกิจทั้งในด้านการลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มขวัญกำลังใจให้กับพนักงานด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

จากการศึกษา “การเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการตรวจสอบโดยใช้ระบบวิชั่น : กรณีศึกษา แผ่นซับสเตรทของโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ” หลังจากได้มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาทำการเพิ่มประสิทธิภาพในแผนก QC ดังข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องดังนี้

1. การใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีระบบคอมพิวเตอร์มาทดแทนในการใช้งานตรวจสอบนี้พนักงานทุกคนที่มีหน้าที่ควบคุมเครื่องควรจะได้รับการฝึกอบรมในวิธีการทำงานและการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เมื่อพบปัญหาจากการใช้งาน

2. เนื่องจากเครื่องต้นแบบสำหรับการตรวจสอบและคัดแยกนั้นมีความจำเป็นที่จะต้องทำการใช้กล้องสำหรับการรับภาพในการประมวลผล ระยะความสูงของกล้องรวมถึงการควบคุมระดับความเข้มของแสงในการทำงานที่ถูกต้องและแม่นยำในการประมวลผลจึงควรทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้คงที่อยู่เสมอ

3. สำหรับการประยุกต์การใช้งานในแผนกอื่น ๆ หรืองานที่มีความแตกต่างกันอาจจะเพิ่มชุดการทำงานในส่วนของการควบคุมความปลอดภัยต่าง ๆ เข้าไปในชุดระบบวิชั่นนี้ด้วยเพื่อความถูกต้องและแม่นยำ

5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวเนื่องในอนาคต

5.4.1 นำระบบวิชั่นนี้ไปพัฒนาและทำการปรับปรุงเพื่อนำไปใช้งานในแผนกอื่นที่ยังมีการใช้พนักงานทำการตรวจสอบอยู่เพื่อลดปัญหาของงานที่ไม่ได้คุณภาพ

5.4.2 ทำการศึกษาเพิ่มเติม โดยการเพิ่มความสามารถของระบบวิชั่นในการประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายอุตสาหกรรม

บรรณานุกรม

กนต์ธร ชำนิประศาสน์. (2552). **การวัดเชิงกลด้วย Lab View**. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

กิตติพงค์ เงินถาวร เชษฐ์พงค์ ปาณวร และศุภสิทธิ หวังไพโรจน์กิจ. (2549). **ระบบตรวจสอบวัตถุด้วยการประมวลผลภาพ**. (โครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า). คณะวิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยบูรพา.

นิติพงค์ พรหมรักษ์. (2552). **เครื่องต้นแบบการตรวจสอบความเสียหายของสกรูที่ใช้ระบบการมองด้วยคอมพิวเตอร์**. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี).

ปัญญา หวานสนิท. (2547). **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตด้วยระบบการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวม กรณีศึกษา โรงงานผลิตฟิล์มถนอมอาหาร**. (วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ).

ฟ้าแล้ง บุญเพ็ชร. (2552). **การเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตด้วยเทคนิคลดความสูญเปล่า กรณีศึกษาโรงงานผลิตเลนส์แว่นตาพลาสติก**. (การค้นคว้าอิสระ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).

มนตรี กาญจนะเดชะ. (2545). **Image Processing**. เอกสารประกอบการสอนภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สิทธิโชค ยอดระยับ. (2550). **การเขียนโปรแกรม Digital Image Processing ด้วย visual Basic**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

อุมาวดี วงษ์มิตร. (2551). **การพัฒนาซอฟต์แวร์ สำหรับสร้างลายมือชื่อดิจิทัลโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ**. (รายงานผลการวิจัย). คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อำนาจ พันธ์ศรีเพชร. (2548). **การเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรกรณีศึกษากระบวนการผลิตวาล์วประตูน้ำ** . (โครงการวิจัยอุตสาหกรรม ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี).

Awcock, G. J., & Thomas, R. (1995). **Applies image processing**. Mac Millan, London: New Press Ltd.

Clark, C. L. (2005). **Lab View digital Processing and digital Communications**. New York: McGraw-Hill.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Jain, R., kasturi, R., & Schunck, B. G. (1995). **Machine Vision International**. New York: McGraw-Hill.

Prommarak, N., & Chamniprasart, K. (2010). Damage Screw Inspection Computer Vision Prototype Machine. **Proceeding of International Conference on date storage technology (DST-CON)**. Bangkok, Thailand.

Ryan, T. A., & Smith, P. C. (1954). **Principle of Industrial Psychology**. New York: The Mcnanla Press Company.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	:	นายศุภเชษฐ์ ไชยวุฒิ
คุณวุฒิทางการศึกษา	:	พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ พ.ศ. 2558 บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิชาเอกการจัดการวิศวกรรมธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประสบการณ์การทำงาน	:	พ.ศ. 2546 - 2549 บริษัท ไอ เอสโอ ไดนามิค (ประเทศไทย) จำกัด พ.ศ. 2549 - ปัจจุบัน ตำแหน่ง ผู้จัดการ บริษัท บางกอก ซิสเต็ม เทคโนโลยี จำกัด
ที่ทำงาน	:	69 หมู่ 6 ต.คลองสี่ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
เบอร์โทรศัพท์	:	02-5242370-80
เบอร์โทรสาร	:	02-9865100
อีเมล์	:	supachet@bangkoksystems.com